44

NATUREN

NATUREN

ILLUSTRERT MAANEDSSKRIFT FOR POPULÆR NATURVIDENSKAP

UTGIT AV BERGENS MUSEUM

REDIGERT AV

JENS HOLMBOE

MED BISTAND AV

AUG. BRINKMANN, BJØRN HELLAND-HANSEN, CARL FRED. KOLDERUP

1920

FEMTE RÆKKE, FJERDE AARGANG

(44DE AARGANG)

SMITHSONIAN INSTITUTION
276976
U. S. NATIONAL MUSEUM

BERGEN
JOHN GRIEG

KJØBENHAVN
LEHMANN & STAGE

A.S. John Griegs boktrykkeri og N. Nilssen & Søn

Indholdsfortegnelse.

(»Smaastykker« under streken).

Zoologi, antropologi og lægevidenskap.

Side

Grieg, James A.: Lægger rugden to kuld om aaret? . . 361
Thjøtta, Th.: Om den gule feber. 44

Aanestad, H.: Pindsvinets spredning paa Jæren. 382
Aasness, Ottar: Eiendommelige byggepladser for Skjæren 157
Grannes, J.: Graatrost der overvintrer. 54
Holst, Herman: Litt om tamme ekorn og smaafugl ved Mesnalien 378
Redaktionen: Norsk ornithologisk Forening 320

Botanik.

Resvoll-Holmsen, Hanna: Om betingelserne for Spitsbergens planteliv 307
Øyen, P. A.: Vore arktiske planters geologiske forhold 137

Hanssen, Olaf: Fra enervegetationen paa Stordoen 55
Holmboe, Jens: Flere fund av mesterrot (*Imperatoria Ostruthium*) i Midthordland. 156
— Hvite blokkebær 254
H. R.: Underlig formede enerkrat 378

Side
Printz, Henrik: Lundseneren 382
Selland, S. K.: Um tannrot *(Dentaria bulbifera)* paa Vestlandet 155

Mineralogi, geologi, palæontologi og bergverksdrift.

Ahlmann, Hans W: son: Nogen træk fra den norske topografis historie 187
Holtedahl, Olaf: Spitsbergens og Bjørnøens geologi 288
Shetelig, Haakon: En landsænkning under yngre stenalder 28
Øyen, P. A.: Vore arktiske planters geologiske forhold.. 137

Falck-Muus, Rolf: Fra Norsk Geologisk Forening 59, 246, 317
Reusch, Hans: Noget nyt om isbræer 377
Øyen, P. A.: Lillestrømmens torvmyr 152

Fysik, kemi og tekniske meddelelser.

Bjerknes, V: Det nye optiske fænomen og Einsteins relativitetsteori 161
Gaarder, Torbjørn: Om stoffet og atomene 264
T. G.: Vandstof av kvælstof 41

Reusch, Hans: Jordens indre som kraftkilde 54
— Noget nyt om isbræer.. 377

Meteorologi, fysisk geografi og astronomi.

Birkeland, B. J.: Spitsbergens klima 278
Helland-Hansen, Bjørn og Nansen, Fridtjof: Klimavekslinger og deres aarsaker 12, 101, 347
Hesselberg, Th.: Veirvarsling for flyvere 331
Rosseland, Svein: Stjernehimlens store problemer 116
Schroeter, J. Fr.: Kometer i 1919 368
Werenskiold, W.: Spitsbergens fysiske geografi 209

Side
Irgens, Kr.: Temperatur og nedbør i Norge.. .. 64, 159, 384
Mjaatveit, Elias: Eit underlegt ljossyn 155
Schjelderup-Ebbe, Th.: Cyklon paa Besserudtjernet 256

Arkeologi.

Petersen, Jan: Norsk industri i vikingetiden 145
Shetelig, Haakon: En landsænkning under yngre stenalder 28

Artikler av blandet indhold.

Gaarder, Torbjørn: Professor August Krogh 328
Hansteen Cranner, B.: Prof. Dr. Wilhelm Pfeffer 321
Holmboe, Jens: De svenske forskningsfærder til Spitsbergen 94
— S. K. Selland 260
Isachsen, Gunnar: Norske fangstmænds og videnskapsmænds indsats i utforskningen av Spitsbergenøgruppen i nyere tid.. .. .. 68, 245
Lous, Kristian: Professor H. Geelmuyden 257
Nansen, Fridtjof: Spitsbergens opdagelse 1
— Robert Edvin Peary 65
Werenskiold, W.: Norsk kartlægning av Spitsbergen.. .. 85

Hasund, S.: Forsøk med ønskekvisten 256
Redaktionen: Spitsbergen 53
Werenskiold, W.: Basismaalingen paa Spitsbergen 320

Bokanmeldelser.

Almquist, S.: Sveriges Rosæ (Carl Traaen) 315
Festskrift utgit ianl. av Bergens Jæger- og Fiskerforenings 25-aars jubilæum den 11te januar 1920 (O. S.) .. 50
Håkonson-Hansen, M. K.: Om veir og vind i Trondhjem (H.) 374

Side
Hagem, Oscar: Arvelighetsforskning (Jens Holmboe) .. 242
Helms, O.: Fuglene ved Nakkebøllefjord (Sigurd Johnsen) 317
Johansen, E. S.: Moderne anskuelse om elektricitet og stof (Bj. Bjerke) 376
Molisch, Hans: Populäre biologische Vorträge (J. H.) .. 316
Petersen, O. G.: Forstbotanik (J. H.) 244
Rasmussen, Knud: Grønland langs Polhavet (Jens Holmboe) 52
Runnström, J.: Befruktningens och Fosterutvecklingens Problem (Aug. Brinkmann) 374
Sørensen, H. L.: Norsk flora (J. H.) 315

NATUREN

ILLUSTRERT MAANEDSSKRIFT FOR POPULÆR NATURVIDENSKAP

UTGIT AV BERGENS MUSEUM, REDIGERT AV PROF. JENS HOLMBOE MED BISTAND AV PROF. DR. AUG. BRINKMANN, PROF. DR. BJØRN HELLAND-HANSEN OG PROF. DR. CARL FRED. KOLDERUP.

JOHN GRIEGS FORLAG - BERGEN

Nr. 1—2 44de aargang - 1920 Januar—februar

Smithsonian Institution
APR 18 1921
National Museum

INDHOLD

FRIDTJOF NANSEN: Spitsbergens opdagelse 1
BJØRN HELLAND-HANSEN og FRIDTJOF NANSEN: Klimavekslinger og deres aarsaker .. 12
HAAKON SHETELIG: En landsænkning under yngre stenalder 28
T. G.: Vandstof av kvælstof 41
TH. THJØTTA: Om den gule feber 44
BOKANMELDELSER: Festskrift utgit i anledning av Bergens Jæger- og Fisker-Forenings 25-aars jubileum den 11te januar 1920 (O. S.). — Knud Rasmussen: Grønland langs Polhavet (Jens Holmboe) 50
SMAASTYKKER: Red.: Spitsbergen. — Hans Reusch: Jordens indre som en kraftkilde. — J. Grannes: Graatrost der overvintrer. — Olaf Hanssen: Fra enervegetationen paa Stordøen. — Rolf Falck-Muus: Fra Norsk Geologisk Forening. — Kr. Irgens: Temperatur og nedbør i Norge 53

Pris 10 kr. pr. aar frit tilsendt **Pris 10 kr. pr. aar frit tilsendt**

Kommissionær
John Grieg
Bergen

Kommissionær
Lehmann & Stage
Kjøbenhavn

NATUREN

begynder med januar 1920 sin 44de aargang (5te rækkes 4de aargang) og har saaledes naadd en alder som intet andet populært naturvidenskabelig tidsskrift i de nordiske lande.

NATUREN

bringer hver maaned et *rikt og alsidig læsestof*, hentet fra alle naturvidenskapernes fagomraader. De fleste artikler er rikt illustrert. Tidsskriftet vil til enhver tid søke at holde sin læsekreds underrettet om *naturvidenskapernes vigtigere fremskridt* og vil desuten efter evne bidra til at utbrede en større kundskap om og en bedre forstaaelse av *vort fædrelands rike og avvekslende natur.*

NATUREN

har til fremme av sin opgave sikret sig bistand av *talrike ansete medarbeidere* i de forskjellige deler av landet og bringer desuten jevnlig oversættelser og bearbeidelser efter de bedste utenlandske kilder.

NATUREN

har i en række av aar, som en anerkjendelse av sit almennyttige formaal, av Norges Storting mottat et aarlig statsbidrag som fra 1ste juli 1919 er forhøiet til kr. 2000.

NATUREN

burde kunne faa en endnu langt større utbredelse, end det hittil har hat. Der kræves *ingen særlige naturvidenskabelige forkundskaper* for at kunne læse dets artikler med fuldt utbytte. *Statsunderstøttede folkebiblioteker og skoleboksamlinger faar tidsskriftet for under halv pris (kr. 4.00 aarlig, frit tilsendt).* Ethvert bibliotek, selv det mindste, burde kunne avse dette beløp til naturvidenskabelig læsestof.

NATUREN

utgis av *Bergens Museum* og utkommer i kommission paa *John Griegs forlag;* det redigeres av professor *Jens Holmboe,* under medvirkning av en redaktionskomité, bestaaende av: prof. dr. *A. Brinkmann,* prof. dr. *B. Helland-Hansen* og prof. dr. *Carl Fred. Kolderup.*

Smithsonian Institution
APR 18 1921
National Museum.

Spitsbergens opdagelse.

Av prof. dr. **Fridtjof Nansen.**

Det er sansynlig at Spitsbergen først er blit funnet av Nordmenn, men om denne opdagelse vet vi lite.

I de »Islanske Annaler« står det for året 1194 kort og godt: »Svalbarði fundinn« (Svalbard ble funnet).

I inledningen til Landnámabok står det om dette lann: »fra Langanes på nordsiden av Islann er 4 døgrs hav til Svalbard nord i Havsbotten, men ett døgrs seiling er det til ubygdene på Grønlann (d. e. Grønlans nordlige østkyst) fra Kolbeins-ey (d. e. Meven Klint nord for Islann) i nord.«

I den såkalte Ivar Bårdsson's Grønlans Beskrivelse (fra 14. aarhundrede) står gjentatt det samme med den forandring at det er kalt to dages og to netters seilas fra Langanes til Svalbard i Havsbotnen. Et døgr var et halvdøgn.

Svalbard er også omtalt i flere eventyr-sagaer fra det 14. og 15. århundrede som et lann nord i ubygdene i Havsbotten (eller Trollebotten), og en kom dit ved å seile forbi Hålogaland og Finmarken og nord over Dumb's Hav. På et islansk kart fra begynnelsen av det 17. århundrede ser vi også bl. a. Svalbard avmerket (fig. 1).

Dette er det viktigste av hvad vi vet om de gamles Svalbard og dets opdagelse.

Dette lann kan vanskelig tenkes å ha vært no'e annet enn Spitsbergen. Grønlans nordlige østkyst kan det ikke godt være. Denne, kalt ubygdene på Grønlann, er jo i Landnáma nevnt som et fra Svalbard helt forskjellig lann, og dit var det bare ett døgrs seiling mot nord fra Kolbeins-ey, men Svalbard lå 4 døgrs seiling nord i Havsbotten.

Det er vel ikke da tenkelig at det bare skulde menes en fortsettelse av disse ubygder nordover.

Dertil kommer at for å nå in til Grønlans østkyst nordenfor 70° n. br. må en som regel seile gjennem meget og vanskelig is, og det synes lite rimelig at Nordmennene

Fig. 1. Kart av Islenningen Jon Gudmundsson, føtt 1574. (Efter Torfæus).

eller Islenningene skulde ha hat noen fart dit med sine svake klinkbyggede skuter som egnet sig lite for fart i isen. Men Landnáma's korte omtale av seilasen til Svalbard, jevnstillet med seilasen til Irlann og Grønlann (som begge nevnes tidligere i samme forbindelse), tyder på at Svalbard var et kjent lann i likhet med disse, og må vel oftere være besøkt.

At Svalbard skulde være den vesle vulkan-øen Jan Mayen synes heller ikke rimelig. Selve navnet Svalbard betyr nærmest den svale eller kalle kyst (barð = bord, brem, kant, side), og synes alene å kunne passe for en større lannstrekning (lannside). Men hvis det ikke er Grønlans østkyst, og ikke Jan Mayen, så er der ikke andre lann i havet nordenfor Islann enn Spitsbergen. Det kunne invennes at det med betegnelsen den »kalle kant« eller »rann« bare var ment iskanten nord i Havsbotten; men det er ikke tenkelig at det å nå iskanten, kunde meddeles i de »Islanske Annaler« som noen merkelighet, og heller ikke kunde det i Landnáma gis avstannen dit, da iskanten jo strakte sig hele veien ut for Grønlans østkyst, og var vell kjent fra før.

Fra den i Landnáma-boken opgitte avstann, kan forøvrig intet sikkert sluttes om lannets beliggenhet. De gamle Nordmenn antas å ha regnet et døgrs (halvdøgns) seiling til to breddegrader eller tredve av vore sjømil (120 kvartmil). Efter dette skulde det være syv døgrs seiling fra Langanes til Spitsbergen. Men efter de i Landnáma-boken opgitte avstanne mellem Norge og Islann, mellem Islann og Grønlann, og mellem Islann og Irlann, er døgr-seilingen snart mindre, snart meget mer.

Efter Islenningenes og Nordmennenes opfatning i Middelalderen strakte Nordhavet sig nordover forbi Norge, og ente i en stor lanlukket havbukt, som de kalte »Havsbotten«, i eventyrene også kalt »Trollebotten«, (b o t n = det innerste i en fjord, fjordbunn). De mente at Europa var lanfast med Grønlann, ved en ubygget lann-forbinnelse som strakte sig fra Bjarmelann (Ruslann) nordenom Havsbotnen. Denne forestilling er klart uttalt i den islanske jordbeskrivelse som kjennes i flere hånnskrifter fra 14. og 15. århundrede, men som ialfall delvis kan føres tilbake til 12. århundrede.

Det er naturlig at disse ubygder i nord ble til eventyrlann, Jotunheimr og Risaland.

Allerede den danske historieskriver Saxo Grammaticus (beg. av 13. årh.) sier at nord for Norge »ligger et lann, ukjent av navn og leie, uten menneskekultur, men rikt på folk av uhyre selsomhet. Fra det like overfor liggende Norge er det skilt ved en mektig havarm. Da seilasen der

er meget usikker, er det få som har hat en lykkelig tilbakereise, av dem som våget sig dit.«

Efter et gammelt islansk eventyr (avskrevet i Bjørn Jónsson's Grønlanske Annaler fra 1623—25) skulde endog en mann, Halli Gjeit, ha gått lanveien fra Grønlann nordenom Havsbotten til Hvite-havet og så til Norge. Han leide med sig en gjeit og levde av melken dens.

Vi må opfatte det slik som at, efter Nordmennenes og Islenningenes forestilling, dannet den svale kyst, Svalbard eller Spitsbergen, bunnen nord i Havsbotten, nord for Norge og Islann, og dette blir også meget nær riktig, når vi tenker os denne Havsbotten begrenset på sidene av drivisen, idet iskanten som regel om somrene strekker sig fra havet vest for Islann nordøstover forbi Jan Mayen og mot Spitsbergens nordkyst; og på østsiden av Havsbotten strekker iskanten sig fra Spitsbergen sydover in i Barents-havet og østover mot Novaja Semlja. Spitsbergen ligger netop lengst nord i botnen i denne havbukt (se fig. 2).

Hvordan Nordmennene kom til først å opdage lannet, kanske i året 1194, vet vi ikke. Det er meget som med sikkerhet tyder på at de stadig i hine tider drev fangst i Ishavet på hvalross og sel.[1]) At de på sine fangstferder nordover ikke skulde være kommet til Spitsbergen, synes vanskelig å tenke sig. Men like usansynlig er det at de ikke oftere skulde ha søkt dit, hvis de først hadde funnet veien til dette lett tilkommelige lann hvor det var mengder av den dengang så verdifulle hvalross.

Tenkelig er det selvsagt også at lannet første gang er funnet mer tilfeldig av stormdrevne sjøfarere, hvilket formen av den korte meddelelse i de »Islanske Annaler« kanske nærmest kunde tyde på.

I skriftet »Historia Norwegiæ« fra 13. århundrede, berettes det også om en slik reise av no'en sjøfolk som vilde »seile tilbake fra Islann til Norge. Og da de var blit drevet til de nordlige strøk av motvinnenes hvirvel, lannet de endelig

[1]) Det vilde føre for langt her å gå nærmere in på dette, som jeg forøvrig har drøftet i min bok: »Nord i Tåkeheimen«, 1911, bl. a. s. 406 ff.

mellem Grønlenningene og Bjarmer (d. e. paa den lann-strekning som ligger mellem disse folk), hvor de påstod at de hadde funnet merkelig store mennesker og Jomfruenes Lann,

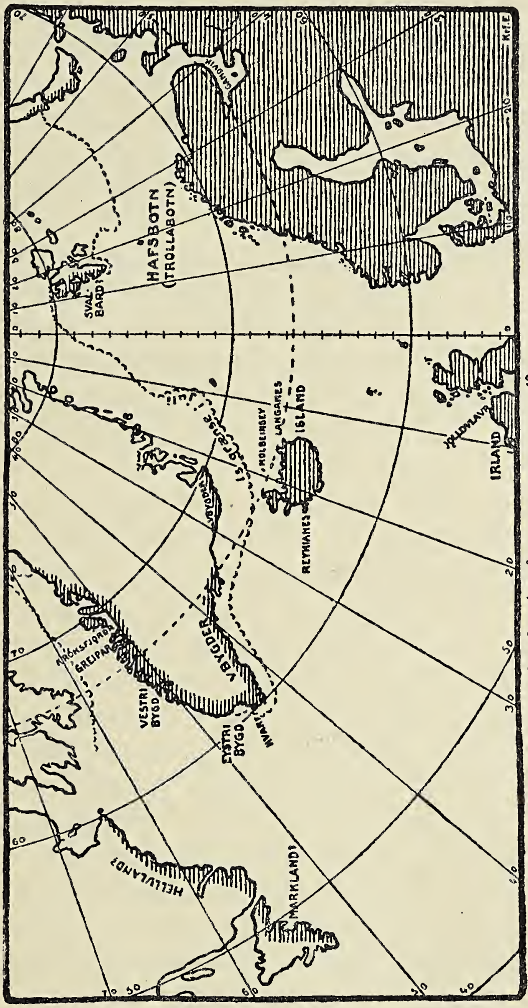


Fig. 2. Lann og havstrøk opdaget av Nordmennene og Islenningene. De skraverte kyster var sansynligvis alle kjent av dem. Målestokken unner gir døgr-seiling, efter beregningen 2 grader (eller 30 sjømil) paa hver døgr-seiling.

som skal unfange når de smaker vann. Men fra disse adskilles Grønlann ved iskledte skjær.«

Som forståelig er, griper her i disse fjerne ubygder sagn og virkelighet lett in i hinannen.

Stort mer vet vi ikke om Nordmennenes Spitsbergensferder i hine tider. Sansynligheten er at unner Norges ned-

gang efter det 14. århundrede, er også denne fangst på Ishavet gåt tilbake, samtidig med Nordmennenes skibsfart i det hele i de nordlige farvann, like fra Bjarmelann i øst og til Grønlann i vest. En vesentlig medvirkende årsak her kan også ha vært at fiskeriene på Finmarkskysten og Lofoten tok et sterkt opsving efter det 14. århundrede og trakk kreftene til sig.

Hanseatenes herredømme over den norske handel har sikkerlig også gjort sit, de hadde mer forståelse for tørfiskens verdi enn interesse for den fjernere og farligere Ishavs-fangst som de ikke skjønte sig på.

Endelig la også statsmonopolet for handelen på Finmarken sin døde hånn over denne lansdel og over all privat foretagsomhet der. Et kongebrev fra 1562 inskjerpet eneretten for Bergen til all handel på Finmarken.

Vi hører nu intet mer om reiser til lannet nordenfor havet, før Spitsbergen ble funnet på ny av Nederlenderne i 1596, som senere skal bli omtalt.

Imidlertid hadde Nordmennenes opfatning av de nordligste lannes utstrekning og Grønlans lanforbindelse med den gamle verden, litt efter litt, i løpet av det 15. og 16. århundrede, kommet in i den almindelige kartografiske fremstilling av disse nordlige strøk, og hadde satt sit preg på denne. Dette foregikk ad forskjellige veie som vi ikke her kan gå in på. Men samtidig gjorde også andre forestillinger sig gjellende, og av særlig betydning i denne forbinnelse var bl. a. forestillingen om en Nordøst-passage gjennem hvilken det skulde være mulig å nå det rike Kina og Ostindien sjøveien nordenom Europa og Asien. Dette stod selvsagt i strid med forestillingen om den lukkede Havsbotten, og på mange karter ble det gjort en havåpning østover fra dennes nordøstlige enne, så Grønlann ikke ble helt lanfast med Ruslann eller med Novaja Semlja.

Dette var en almindelig fremstilling på mange av de mest kjente karter i siste halvdel av det 16. århundrede; særlig kan nevnes flere av dem som ble utgitt av de kjente nederlanske kartografer Mercator og Ortelius.

For å finne Nordøst-passagen ble det på denne tid utsennt flere ekspeditioner, først fra Englann i 1553 unner Sir Hugh

Willoughby. Vell seksti år senere ble det fra engelsk side påstått at Willoughby skulde ha opdaget Spitsbergen på denne ferd. Dette er utelukket. Ferden gik nordenom Norge østover, og ved en kritisk sammenstilling av de i Willoughby's journal opgivne kurser og lodskud, mener jeg det med stor sikkerhet kan påvises at det lann han fant, var øen Kolgujev ved Ruslans nordkyst. Willoughby måtte venne om med sit lekke skib, og nådde Kola hvor alle mann omkom følgende vinter.

Flere engelske ekspeditioner fulgte dels til Hvite-havet for handelen på Ruslann, dels lengere øst for å finne Nordøst-passagen. Så kom også Nederlenderne, først til Hvite-havet hvor livlig handelsforbindelse kom istann, og så sente de ut ekspeditioner i 1594 på fire skibe og 1595 på 7 skibe for å finne Nordøst-passagen til Kina og Ostindien. Willem Barentszoon (d. e. søn av Barent, norsk Bernt, almindelig forkortet til Barents), hadde det første år to av skibene unner sin kommando, og nådde nordspissen av Novaja Semlja, mens de andre skibe gikk gjennem Jugor-stredet og nådde over Kara-havet til Jamal hvor de fant isfritt vann.

Neste år var Barentsz overlos for ekspeditionen. Men det år ble de stanset av is i Kara-havet et kort stykke forbi Jugor-stredet, og måtte venne tilbake derfra.

Da en almindelig opfatning var at hav-isen alene ble dannet langs kystene, og derfor også mest holdt sig der, mente man i Nederlannene, med støtte av Barentsz, at nordøst-passagen måtte søkes lengere ute til havs og nordenom Novaja Semlja.

En ny ekspedition på to skibe ble derfor sennt ut i 1596. Det ene skib stod unner kommando av Jan Corneliszoon Rijp, og det annet unner Jacob van Heemskerck med Willem Barentsz formelt som overlos eller første styrmann, men i virkeligheten som skibets fører.

4. juni var de nord for Norge på 71° n. br. Det ble da uenighet mellem Barentsz og Cornelisz Rijp om den rette kurs. Den siste synes, endog mer enn Barentsz selv, fylt av troen på at gjennemfarten var å søke ute i det åpne hav på høie nordlige bredder, og langt nord fra lannet på østsiden, for å ungå isen langs kystene.

De holdt da mot nordøst til nord, og Barentsz styrte motvillig samme kurs, for ikke å skille lag.

Dagen efter møtte de drivis. De mente at denne kom fra Grønlann, som de regnet skulde være 100 kvartmil borte. Dette var altså det lann som efter den nordiske forestilling og efter den tids almindeligste karter, strakte sig som en fortsettelse av Grønlann østover nordenom havet; og som Barentsz helst vilde holde sig klar av, da han fryktet isen langs dets kyster.

8. juni kom de til en ø. De kalte den Beeren Eylant efter en stor isbjørn som de felte der.

Her kom det igjen til trette mellem Barentsz og Rijp's los om kursen, idet Barentsz mente de var alt for langt vest; men det vilde ikke den annen gå med på.

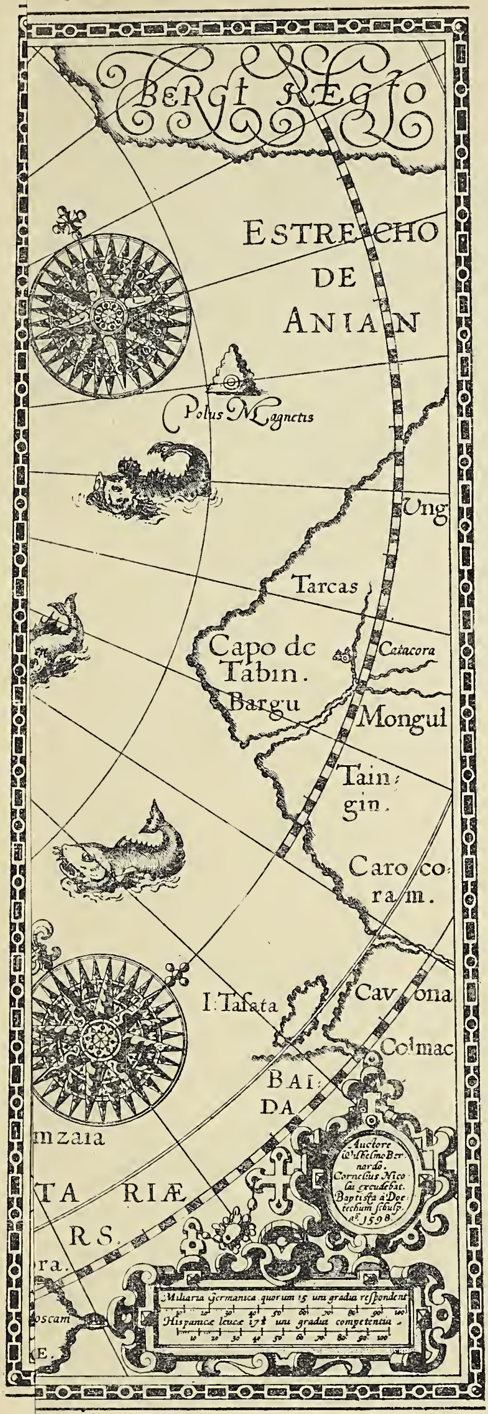
Den 13. juni seilte de da videre nordover og hadde meget tåke; men den 17. juni, på omkring 80⁰ n. br., fikk de et helt snedekket lann i sikte. De antok det for å være den del av Grønlann som før er omtalt, og de kalte det Spitsbergen (d. e. de spisse fjell). Det ble også kalt Het Nieuwe Land (det nye lann). Det var nordkysten de her først fikk se. Efter å ha seilt et stykke langs denne og ankret på flere steder, gjorde de forsøk på å komme videre nordover, men ble overalt stanset av is.

De seilte da tilbake sydover langs Spitsbergens vestkyst. Den 1. juli var de igjen ved Beeren Eylant.

Her ble på ny den rette kurs drøftet, og det ente med at de to skibe skilte lag. Heemskerck og Barentsz drog syd- og østover, kom nordenom Novaja Semlja, hvor de overvintret paa nordøstkysten og Barentsz døde følgende sommer, mens ekspeditionen vente hjem i båtene.

Rijp seilte tilbake nordover, idet han mente å skulle finne en gjennemfart der, og kom igjen til Spitsbergens nordkyst på 80⁰ n. br. Men uten å ha gjort nye opdagelser av betydning, så vitt det kan skjønnes, vente han så til slutt hjem på grunn av ishindringene.

Det har vært hevdet at Rijp skulde ha kommet østenom Spitsbergen på denne siste reise, og således skulde ha omseilet hele øgruppen; men der foreligger intet bevis herfor.



Fi ieuwe land" (det nye lann) som tør ha
kartene.

Fig. 3. Kart over de nordlige farvann, av Willem Barentsz, utgitt av Cornelis Claesz i 1598. Spitsbergen er her kalt „Het nieuwe land“ (det nye lann) som tør ha vært den første officielle benevnelse. Det er først i 1612 at navnet Spitsbergen kommer in på kartene.

Tvertom taler all sansynlighet derimot; det er ikke tenkelig at man på denne, den gang meget omtalte ferd, skulde ha utført en slik omseiling uten at en antydning dertil er kommet frem på et eneste av de mange karter som tryktes i Nederlannene i den følgende tid. Endnu i mange år viser de fulstendig ukjenskap til Spitsbergens nordlige østside, og det varte lenge før man ble klar over om Spitsbergen er fastlann eller ikke.

Dette er i korthet historien om Spitsbergens gjenopdagelse av Nederlenderne. Det blir almindelig sagt at det var Barentsz som gjorde opdagelsen; men det er, som vi ser, høist uegentlig; for det var jo stik mot hans vilje at de holt den kurs som førte dem dit. Spitsbergens nyopdager må da riktigere sies å være Cornelisz Rijp.

Det har også vært sagt at det var ved hjelp av norske seilanvisninger at Nederlenderne fant Spitsbergen. Dette kan heller ikke opretholles efter det som ovenfor er fortalt.

Vistnok var Ivar Bårdsson's Grønlanske Beskrivelse blit utgit på hollansk i det 16. århundrede; og mot slutten av samme århundrede også på engelsk; og denne beskrivelse var derfor sikkerlig kjent av den beleste og erfarne navigatør og kartograf, Barentsz. Men alt hvad denne beskrivelse kunde meddele om disse farvann var jo at Svalbard lå nord i Havsbotten to dages og to netters seiling fra Langanes på Islann. Og dette måtte jo nærmest advare Nederlenderne fra å holle i den retning, for det var jo netop *ikke* lann men åpent hav med gjennemfart, de søkte, og om det kunde Ivar Bårdsson's beskrivelse intet fortelle.

Derimot kunde den hjelpe til å bestyrke den tro, som kartene måtte gi dem, at det nyfunn'ne lann var kjent fra før, og måtte regnes som en del av Grønlann.

Da et polarkart, som efter selve tittel-forklaringen er av Willem Barentsz, ble offentliggjort i 1598 (av Cornelis Claesz), med vestkysten av Spitsbergen og Barentsz's opdagelser på Novaja Semlja avlagt (fig. 3), kan vi danne os en mening om fremstillingen av Grønlann på de karter som Barentsz seilte efter. Det samme vil vi også få et intryk av fra det engelske kart offentliggjort i 1599 av Richard Hakluyt (i the Principal

Navigations)[1]), hvor også Nederlendernes opdagelser er inlagt.

Det fremgår ikke klart om de nederlanske sjøfarere i 1596 opfattet Spitsbergen som lanfast med Grønlann. Da de søkte en gjennemfart nordenom lannet og Rijp endog vente om for å gjenta forsøket, må de vel helst ha tenkt sig det som et ø-lann; men som lå nær Grønlann og måtte regnes som en del av dette. I tittel-forklaringen på det nevnte kart av Barentsz (fig. 3), er Spitsbergen bare omtalt som en del av Grønlann.

Det neste vi nu hører om Spitsbergen er at Henry Hudson kommer dit på sin polarferd i 1607 for å finne en gjennemfart til Japan og Kina over nordpolen.

Også Hudson seilte bare langs lannets vest og nordkyst, men hans opholl der fikk særlig betydning ved det at han så mengder av hval og hvalross, og dette gav støtet til den intense hvalfangst som ble drevet der i den følgende tid, mest av Engelskmenn og Nederlendere, i hvis tjeneste Hudson gikk to år senere.

På få år tok denne hvalfangst store dimensioner, og det ble nu heftig strid mellem Engelskmennene og Nederlenderne om retten til dette fiske. De første grunnet sine krav paa den før nevnte påstand at Willoughby skulde ha opdaget lannet i 1553, og på at de var de første til å begynne fangsten der allerede i 1608. Nederlenderne mente det var dem som hadde opdaget lannet i 1596.

Imidlertid ble det av den norske krone hevdet at den hadde høihetsrett over Nordhavet og over de nordlige lanne og kyster, som de norske konger »ved sine seirrike våben og sine velutrustede flåter har unnerlagt sig.« Og Spitsbergen, ble det hevdet, var en del av det norske skatlann Grønlann. En samlet fremstilling av disse kravs historie og de mange forhandlinger og overenskomster hvortil de førte, vil man finne i Dr. Arnold Ræstads fortreffelige bok: »Norges Høihetsret over Spitsbergen i ældre Tid« (1912).

Så hurtig tiltok fangsten på Spitsbergen at få år efter Hudson var det hele flåter der hver sommer, og der var

[1]) Se A. E. Nordenskiöld: Facsimile Atlas. Pl. L.

formelige sjøslag mellem de engelske og nederlanske hvalfangerflåter. Men efter at Engelskmennene hadde litt nederlag i 1618 kom det til forlik, hvorved kysten med havner ble delt i flere zoner. Franskmenn, Tyskere, Dansker og Nordmenn, ja tildels også Biskayere hadde nu begynt å drive fangst der.

I tiden fra 1620 til 1635 har man regnet at fra Nederlannene alene kom det minst 300 skibe og 15,000 mann aarlig til Spitsbergen, og nær lannets nordvestlige hjørne, ved havnen Smeerenburg (d. e. fett-byen) på 79° 50′ n. br., vokste det op en sommerby, hvor der var livlig rørelse, flere hundre skibe på havnen, 10,000 mennesker hver sommer, hvalfangere, hånnverkere, kjøbmenn, jøglere, ja tilmed fruentimmer. Handelsskibe kom med levnetsmidler, vin, brennevin, tobakk og alt annet. Der var butiker, verksteder, bakerier, drikkesjapper, foruten store trankokerier.

Men da hvalen allerede efter 1640 tok sterkt av i mengde langs kysten, og man måtte søke den lenger til havs, forfalt Smeerenburg omtrent like hurtig som den var vokset op, de store kobberkjeler for trankokeriene og alt annet av verdi ble igjen ført bort, og nu er det ikke stort annet å se på den øde flate sletten ved Smeerenburg-fjorden enn haugene hvor trankjelene stod og noen graver.

Efterhånnen avtok hvalen enda mer, og hvalfangsten gikk tilbake, intil den omtrent helt ophørte.

Det er selvsagt at ved en så livlig fart som det i det 17. århundrede var på Spitsbergen måtte kjenskapet til lannet bli utvidet. Østkysten ble også snart mer eller mindre kjent, for en stor del ved de hollanske hvalfangere.

Blant dem som her inla sig fortjeneste kan også nevnes den engelske hvalfanger Edge, efter hvem Edge-Island er opkalt. I 1617 så han i nordvest for denne ø et lann han kalte Wiche's Land. Det er senere blit kalt Kong Karls Land og bestaar av tre små øer.

Imidlertid var det ikke med sikkerhet slåt fast om Spitsbergen var en ø eller bare en halvø, før den nederlanske kaptein C o r n e l i u s G i l e s gjorde sin merkelige reise i 1707. Han skal ha seilt mer enn en grad nordenom Syvøene uten at stanses av is, derefter flere mil østover i åpent vann,

så sydøst- og sydover. Han kom østenom Nordost-lannet, og så i øst derfra et nyt lann, Giles Lann (av norske fangst-menn kalt Hvite-øia). Han seilte så sønnenom Nordost-lannet og tilbake til Spitsbergens nordkyst gjennem Hinlopen Stredet. Dermed var Spitsbergen-gruppens ønatur fastslåt. Men omseilet ble hele øgruppen først av den kjente norske fangstskipper Elling Carlsen i 1863.

Klimavekslinger og deres aarsaker.[1])

Av **Bjørn Helland-Hansen** og **Fridtjof Nansen.**

Ved vor bearbeidelse av de fysiske forhold i Norskehavet væsentlig efter maalinger i aarene 1900—05 fandt vi store vekslinger i temperaturforholdene i dette havomraade. Det viste sig at der i disse aar var lignende vekslinger i klimaet i Norge og det saa ut som om disse vekslinger hadde mere generelle aarsaker. For at komme til større klarhet over disse vekslingers natur fandt vi det ønskelig at kunne utstrække undersøkelserne til selve det store Atlanterhav, hvorfra bl. a. den varme strøm (»Golfstrømmen«) i Norskehavet kommer. Fra Atlanterhavet foreligger der imidlertid ikke tilstrækkelige undersøkelser av den slags som vi hadde fra Norskehavet og som ved maalinger i forskjellige dybder viser vekslinger fra aar til andet i selve de store vandmasser. Imidlertid findes der fra Atlanterhavet et overvældende materiale av temperaturmaalinger i overflaten, som i en lang aarrække er blit indsamlet av tusener av ruteskibe og almindelige lastebaater, og som er optegnet i de masser av skibsjournaler der er lagret i forskjellige landes sjøfartsinstituter (særlig i Hamburg, London, Washington og Utrecht). Alle disse maalinger

---

[1]) De undersøkelser hvorav vi her gir en sammentrængt fremstilling har vi offentliggjort i et større arbeide: »Temperatur-Schwankungen des Nordatlantischen Ozeans und in der Atmosphäre. Einleitende Studien über die Ursachen der klimatologischen Schwankungen« (trykt i Videnskapsselskapets skrifter, matem.-naturvidensk. klasse 1916, nr. 9, Kristiania 1917). En utgave paa engelsk med nogen større tillæg blir nu utgit av Smithsonian Institution i Washington.

er bare for en liten del blit sammenstillet og bearbeidet. Vi tænkte os at noget av dette materiale bearbeidet paa rette maate maatte gi vigtige oplysninger om vekslingene i temperaturforholdene i aarenes løp, og det ikke bare i vandet, men ogsaa i luften over havet, idet der i skibsjournalene sammen med overflatetemperaturen er indført observationer over lufttemperaturen. Vi tænkte os endvidere at naar vi valgte overflateobservationer fra slutten av vinteren, skulde det være mulig at opnaa et tilnærmet uttryk for temperaturvekslingene ikke bare i havets overflate, men ogsaa i vandmasserne i havets øvre lag ned til betydelige dybder under overflaten. Saken er jo nemlig den at vandet i overflaten ved avkjølingen om vinteren blir tungere end det underliggende vand, saa det stadig synker og erstattes av varmere vand som stiger op nedenfra for i sin tid ogsaa at bli avkjølet. Denne proces, den saakaldte »vertikalcirkulation«, fortsat gjennem hele vinteren, har til enderesultat at Nordatlanterhavets øvre vandmasser faar en praktisk talt ensartet temperatur fra overflaten og ned til flere hundrede meter (paa sine steder endog ned til 7—800 meter).

Da vi foreløbig maatte begrænse undersøkelsernes omfang, bestemte vi os til at faa samlet overflateobservationer fra enkelte havomraader fra vinteravkjølingens sidste avsnit i haap om derved som nævnt at faa et uttryk for temperaturvekslingene i de større vandmasser i disse omraader.

Vi var saa heldige i hr. Adolf H. Schröer at ha en dygtig og sterkt interessert medarbeider. Han paatok sig at samle det til vore undersøkelser nødvendige materiale fra det store arkiv av skibsjournaler som findes ophobet i »Deutsche Seewarte« i Hamburg. Ved opofrende arbeide fra hr. Schröers side og ved hjælp av økonomisk støtte ogsaa fra Nansenfondets side fik vi utskrevet en mængde observationer over overflatetemperatur og lufttemperatur fra de havomraader, hvor der var særlig talrike maalinger, nemlig i strøket for skibsruterne mellem Kanalen og New York (10°—70° vestl. længde). For sammenlignings skyld valgte vi desuten maalinger fra havet længer syd (vest for Portugal) mellem 37° og 45° nordl. bredde og mellem 10° og 40° vestl. længde. Vi valgte først de 30 dager (3 ti-dagers perioder) fra 3dje februar

til 4de mars for de 13 aar fra 1898 til 1910. Senere fik vi ogsaa for strøket mellem Kanalen og New York maalinger fra de 30 dager 15de mars til 13de april for den samme aarrække.

For at faa nogenlunde paalidelige uttryk for vekslingene i de forskjellige havomraader, inddelte vi det nordlige strøk mellem Kanalen og New York i en række mindre felter (2 længdegrader og en breddegrad i utstrækning). For hvert av disse felter og for hvert aar for sig blev der beregnet en gjennemsnitstemperatur, idet alle de enkelte temperaturangivelser indenfor feltet blev slaat sammen. Dette blev gjort for hver av de nævnte enkelte ti-dagers perioder saavelsom for de to periodegrupper. Derefter blev terminenes midlere gjennemsnitstemperatur for de 13 aar beregnet for hvert felt, og saa avvikelserne fra dette middel i de enkelte aar. Disse smaa 2-grads felter blev videre slaat sammen til større felter (10-grads felter), hvert med en utstrækning paa 10 længdegrader; der blev altsaa 6 slike felter mellem 10° og 70° vestlig længde. Temperatur-avvikelserne (anomaliene) for hver 30-dagers periode for disse 10-længdegraders felter i de enkelte aar blev beregnet ved at ta midlene av avvikelserne i alle 2-graders felter indenfor hvert av dem.

Det sydlige omraade (vest for Portugal) blev inddelt i 12 felter, hvert med en utstrækning av 10 længdegrader og 2 breddegrader. Observationene fra disse blev behandlet paa lignende vis som dem fra det nordligere strøk.

De værdier vi fandt viste en stor indbyrdes sammenhæng for alle felter indenfor det undersøkte havomraade. For at faa en mening om hvor langt sammenhængen rak trak vi ind i vore undersøkelser maalinger som var sammenstillet og offentliggjort i en oversigtlig form for andre havomraader. Det var særlig de danske maalinger fra felter nord og vest for Storbritanien (indtil 40° vestl. længde) og nordover til Island, og de hollandske maalinger i nogen store felter i den sydligste del av Nordatlanterhavet henimot Ekvator og i Det Indiske Hav. Endvidere sammenstillinger som er gjort av dr. H. Liepe i 1911 for 8 smaa felter, beliggende i en række langs den østlige del av Atlanterhavet fra Den Engelske Kanal til Ekvator. De danske, de hollandske og Liepes sam-

menstillinger er foretat for alle aarets maaneder gjennem længere aarrækker. De var ogsaa av den grund vigtige for sammenligning med vore maalinger som bare omfattet en liten del av aaret.

Det viste sig nu at der var utprægete vekslinger i havets overflatetemperatur fra aar til andet, og at de var fælles for tildels meget store havomraader. Vi fandt endvidere at disse vekslinger i havet stod i en intim sammenhæng med vekslinger i luften over havet, baade i temperatur og lufttryk (vind). Da imidlertid luften er et sammenhængende medium, saa vekslinger i et omraade paavirkes av eller paavirker forholdene i alle andre omraader av atmosfæren, maatte vi for at kunne trænge dypere ind i problemene utstrække vore undersøkelser til atmosfærens vekslinger (særlig temperatur og lufttryk) i de forskjelligste strøk av jorden. Derved har undersøkelserne faat et overordentlig stort omfang, og vi er i virkeligheten endnu bare ved begyndelsen. Men denne har dog allerede latt os skimte visse store almindelige lover baade i vekslingenes gang og i deres genetiske sammenhæng. Vekslingene optrær paa samme maate i en række store, tildels vidt adskilte strøk fordelt over hele jordens overflate, mens de i andre strøk tildels gaar omvendt, og i atter andre med overgang fra den ene type av vekslinger til den anden. Disse omraader er aabenbart gruppert i et bestemt forhold til visse aktionscentrer i atmosfæren i likhet med dem som har været paavist og behandlet særlig av den franske meteorolog Teisserenc de Bort og den svenske meteorolog professor Hildebrandsson.

Vi fandt med al ønskelig klarhet at vekslingene i lufttemperaturen ved jordoverflaten i væsentlig grad er avhængig av vekslingene i lufttrykkets fordeling og de derved fremkaldte vinder. Det viste sig endvidere at vekslingene i disse vinder var en væsentlig aarsak til temperaturvekslingene i havets overflate i de forskjellige omraader som vi har undersøkt.

Nu er som bekjendt paa den anden side lufttrykkets fordeling og dets vekslinger sterkt paavirket av vekslingene i jordoverflatens temperatur baade paa kontinentene og i havet. Der blir saaledes i forholdet mellem jordens og havets over-

flate og luften en intim vekselvirkning og et stadig spil mellem aarsak og virkning.

Imidlertid pekte den delvise lovmæssighet, vi fandt i disse forskjellige vekslinger, paa en større fælles aarsak som maatte antages at ligge utenfor vor planet. Det er naturlig at søke denne aarsak paa solen. Da bevægelserne i atmosfæren skyldes solstraalingen, maa det være klart at vekslinger i disse bevægelser maa opstaa hvis der er vekslinger i solstraalingen, saaledes at en øket solvirksomhet maa fremkalde en øket bevægelse i atmosfæren, og ved en formindsket solvirksomhet maa atmosfærens kredsløp gaa langsommere. Allerede fra solflekkenes optræden maa vi slutte at solvirksomheten veksler, tildels i visse perioder som f. eks. den bekjendte 11-aars periode.

Der har jo været gjort mange undersøkelser over sammenhængen mellem solflekkenes vekslinger og vekslingene i klimaet paa jorden. Man har fundet en overensstemmelse mellem vekslingene i solflekkenes optræden og saadanne forhold som lufttemperatur og nedbør paa mange forskjellige steder, antallet av trope-orkaner, taakedagenes antal i London, isløsningen i endel nordeuropæiske elver osv. Man fandt som en almindelig regel at lufttemperaturen ved jordoverflaten særlig i troperne, men ogsaa for hele jorden, hadde en sikker om end litet utpræget 11-aars periode i likhet med solflekkene. Men merkelig nok skulde temperaturvekslingene gaa i omvendt retning av solflekkenes: ved maksimum av solflekker var der minimum av temperatur og omvendt. Dette maatte synes at være et paradoks, da der var sterke grunder som talte for at solvirksomheten og dermed ogsaa solstraalingen vekslet mer eller mindre direkte som solflekkene. Det førte til at enkelte forskere drog den feilagtige slutning at solstraalingen maatte være sterkest ved minimum av solflekker, idet de som de fleste andre gik ut fra at vekslingene i temperaturen ved jordens overflate var en direkte følge av vekslingene i den solstraaling som trængte gjennem jordens atmosfære og naadde ned til jordoverflaten. Paa enkelte andre steder av jorden fandt man imidlertid at temperaturvekslingene gik samme vei som solflekkene og man fandt da at forskjellige andre forhold ogsaa pekte i samme retning.

Disse tilsynelatende motsætninger virket forvirrende og førte til at mange overhodet benegtet at der var nogen sikker sammenhæng.

Ogsaa vi har gjort en hel del sammenligninger mellem vekslingene i solflekkenes antal og vekslingene i luft og hav, og har kunnet paavise en sikker og tildels meget utpræget sammenhæng. Men som det maatte ventes i henhold til hvad der er sagt ovenfor, var der paa nogen steder en direkte sammenhæng og paa andre en omvendt. Vi fandt at vekslingene i solvirksomheten aabenbart først paavirker lufttryksfordelingen i atmosfæren, og denne igjen temperaturen ved jordens overflate og i havet. Men da er det klart at temperaturvekslingene i forskjellige omraader maa forholde sig forskjellig i sammenligning med vekslingene i solstraalingen. Det maa avhænge av de forskjellige omraaders beliggenhet i forhold til den herskende vindretning og dennes vekslinger: en øket straaling vil paa nogen steder fremkalde en økning av en varm luftstrøm, og paa andre steder vil en økning av luftstrømmen fremkalde en avkjøling. Det sidste er tilfældet over den del av jordoverflaten som har været mest undersøkt i denne forbindelse (særlig troperne).

De tidligere forskere har ikke været tilstrækkelig opmerksomme paa dette forhold, og man har derfor ikke kunnet forstaa at virkningen av den vekslende solvirksomhet maatte bli motsat paa forskjellige steder. Dertil kommer at mange av dem har behandlet altfor store omraader under et, hvorved de motsatte virkninger ophæver hinanden saa der ikke kan sees nogen slags sammenhæng overhodet.

De nu omtalte undersøkelser over sammenhængen mellem vekslingene i solvirksomheten og i atmosfæren gjælder væsentlig den 11-aarige solflekperiode. Vi har imidlertid fundet at der ved siden herav er utprægede kortere perioder i de atmosfæriske vekslinger. Det var paa forhaand at vente at ogsaa disse vekslinger staar i forbindelse med vekslinger i solvirksomheten; men vi har hittil manglet noget paalitelig maal for saadanne kortvarige vekslinger i denne. Vi skal senere komme nærmere ind paa dette.

Før vi nu gaar over til at gi en fremstilling i store træk av de vigtigste resultater av vore undersøkelser skal vi i

korthet omtale de nyere undersøkelser over solens fysiske forhold.

Utenfor hvad man kunde kalde det egentlige sollegeme er der et forholdsvis tyndt lag av lysende gasmasser — den saakaldte kromosfære — og utenom den igjen en i utstrækning uhyre taakemasse bestaaende væsentlig av smaapartikler,

Fig. 1. Solkorona 21de august 1914. (Efter Miethe, Seegert og Weidert).

koronaen. Dennes tykkelse kan ofte være større end hele solens diameter. Man tænker sig nu almindelig at selve sollegemets overflate er som et skyhylster av flytende og faste bestanddeler med en temperatur paa omkring 6000 gr. Saavel i denne masse som i den ovenforliggende kromosfære er der stadig voldsomme bevægelser med vældige omveltninger. Det er som en stadig kokende og boblende ildmørje. Saadanne længe kjendte fænomener paa solen som solflekkene med de fakler som omgir dem, og protuberansene er særlig iøinefal-

dende utslag av disse bevægelser. Ved hjælp av kikkert og spektroskop kan man nu fotografere saavel sollegemets overflate som de enkelte lag av kromosfæren, likesom man kan bestemme bevægelseshastighetene.

Det har vist sig at solflekkene opstaar ved voldsomme vertikalbevægelser i solens overflate; i de mørke deler av flekkene styrter store gasmasser ind i solen, mens bevægelserne gaar opad i det omgivende belte av sterkt lysende

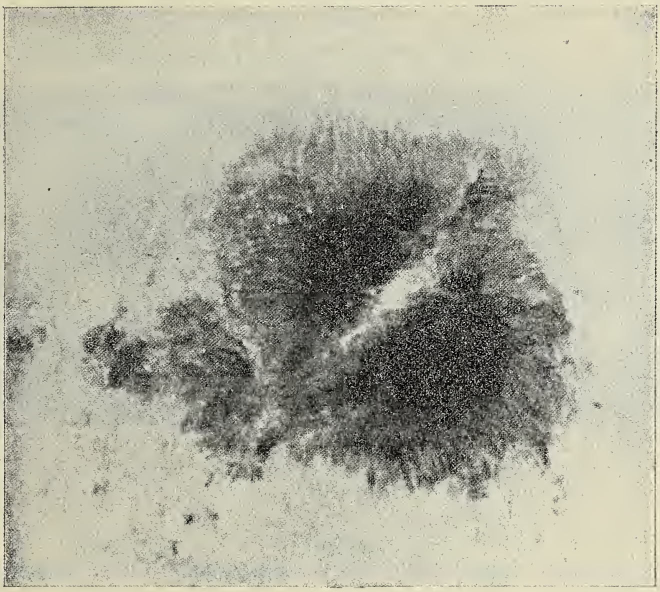


Fig. 2. Solflek, fotografert av Hansky 16de juli 1905.

fakler. Da de indstyrtende gasmasser er mindre lysende end solens overflate, virker de som mørke flekker. De er som aapninger hvorigjennem man ser ind mot solens varmere indre. Flekkene kan ha en enorm størrelse; de kan undertiden være optil flere hundred ganger saa store som tversnittet av jorden. Flekkene optrær væsentlig i to belter, mellem 5° og 30° bredde paa hver side av solens ekvator; antallet av dem veksler som nævnt i en 11-aarig periode. I minimumsaarene kan der gaa længere tid uten at der kan iagttages nogen flekker, mens der i maksimumsaarene altid er flekker synlige og ofte i et stort antal paa en gang.

Faklene som ligger rundt flekkene er sterkt lysende partier som danner forhøininger i soloverflaten og som hæver hele kromosfærelaget noget.

Protuberansene er meget forskjellige fra flekkene og faklene. De dannes av lysende gasarter (vandstof, helium og forskjellige metaldamper), som med fabelagtig hastighet paa optil 1000 km. i sekundet slynges ut fra kromosfæren, undertiden til høider paa mere end 500,000 km. eller omtrent 30 jordradier. Protuberansene som tidligere bare kunde studeres under total solformørkelse, kan nu ved spektroskopets

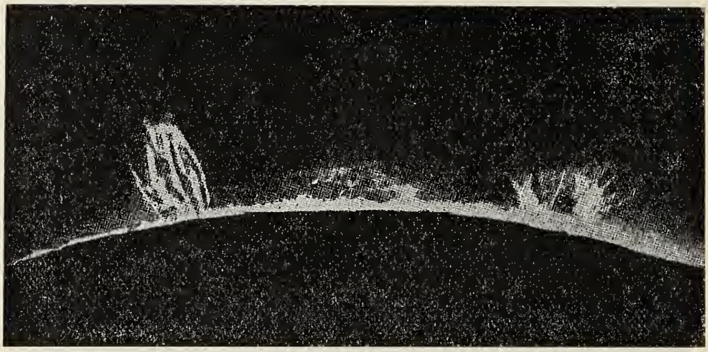


Fig. 3. En del av kromosfæren med protuberanser. Fotografert under den totale solformørkelse 1900.

hjælp studeres hver dag rundt hele solranden. Saadanne undersøkelser blir stadig gjort paa tre forskjellige observatorier i Italien, og resultatene blir offentliggjort i aarbøker. I motsætning til solflekkene er protuberansene ikke begrænset til bestemte belter, men optræer over hele solens overflate like fra ekvator til polene, om end protuberansvirksomheten synes at ha et minimum i nærheten av polene.

Ved studium av solflekkene har man allerede for længe siden tilnærmelsesvis kunnet bestemme solens rotation. I den senere tid har man faat spektroskopiske metoder som gir meget nøiagtige resultater og kan anvendes for hele solskiven og ikke bare for de belter hvor flekkene optræer. Man er kommet til det overraskende resultat, at rotationstiden er forskjellig for de forskjellige deler av solen. Den er størst ved

solens ekvator, hvor omløpstiden er litt over 25 dager; den avtar mot polene og er paa 75° solbredde 30 dager.

Paa grund av de voldsomme omveltninger som foregaar paa solen maa der ogsaa fremkaldes betydelige vekslinger i solens energiutstraaling. Denne er av forskjellig natur. Foruten lys- og varmeutstraalingen er der sikkerlig ogsaa en utstraaling fra solen av andre energiformer. Det er fra gammelt kjendt at vekslingene i jordmagnetisme og i nordlys staar i intim forbindelse med solflekkene. Naar mange eller store solflekker optrær nær solskivens midtpunkt, blir der store forstyrrelser i jordmagnetismen (de saakaldte magnetiske stormer), som regel i forbindelse med kraftige nordlys. Baade de jordmagnetiske elementer og nordlyset er underkastet sterke vekslinger i en 11-aars periode i overensstemmelse med solflekkenes. Efter Birkelands, Størmers og andre norske forskeres undersøkelser synes det godtgjort at saavel nordlyset som de magnetiske stormer og visse andre magnetiske vekslinger skyldes en variabel elektrisk straaling fra solen.

Det er grund til at anta at naar der er saa store vekslinger i solens elektriske utstraaling, er der ogsaa lignende vekslinger i de andre former av energiutstraaling fra solen. Varmestraalingen som uten sammenligning utgjør den største energimængde fra solen maa selvsagt være av mest betydning for bevægelserne i vor atmosfære. Det er først i den seneste tid at man har faat metoder til at bestemme vekslinger i denne varmestraaling nogenlunde tilfredsstillende. Stadige maalinger av denne art blev paabegyndt i 1902 av den bekjendte amerikanske fysiker (flyvemaskinens egentlige opfinder) Langley og er med særlig held fortsat under ledelse av den amerikanske astrofysiker C. G. Abbot. De vigtigste maalinger er utført siden 1905 i det berømte Carnegie solobservatorium paa Mount Wilson i California (1780 m. o. h.). Allerede fra begyndelsen av syntes disse maalinger at vise at der var meget store vekslinger i mængden av de varmestraaler som utgaar fra solen. Maalingene er imidlertid meget vanskelige at utføre, og resultatene avhænger i høi grad av den nøiagtighet hvormed man kan bestemme straalernes sterkt vekslende absorption i jord-

atmosfæren før de naar til maaleinstrumentene. For at kontrollere paalideligheten av bestemmelserne fra Mount Wilson blev der ved en særlig ekspedition foretat lignende maalinger i 1911—12 i Bassour i Algier samtidig med maalinger paa Mount Wilson. Der er vistnok ikke fuld overensstemmelse mellem de to serier — hvad man heller ikke kunde vente paa grund av maalingenes vanskelighet — men de stemmer allikevel saa godt indbyrdes, at man nu maa være berettiget til at fastslaa at der virkelig er store vekslinger endog i løpet av faa dager i den varmemængde som vi mottar fra solen ved atmosfærens yttergrænse. Solen er med andre ord en foranderlig stjerne.

Efter Abbots undersøkelser synes imidlertid vekslingene at være av forskjellig natur, idet de kortvarige vekslinger paa faa dager ser ut til at kunne skyldes vekslinger i solatmosfærens gjennemskinlighet, mens vekslinger med længere perioder (fra aar til andet) synes at maatte tilskrives temperaturvekslinger i selve sollegemets overflate. Av maalinger i aarene siden 1905 synes det at fremgaa at der til en vis grad er en overensstemmelse mellem vekslingene i de maalte værdier for solens varmestraaling og vekslingene i solflekkene saaledes at varmestraalingen f. eks. synes at naa sit maksimum nær maksimum av solflekker.

De atmosfæriske forhold ved Mount Wilson gjør at maalingene bare kan utføres om sommeren og høsten og selv da med mange avbrytelser, saa man har hittil ikke opnaadd sammenhængende observationsrækker for hele aaret. Da det aabenbart vil være av overordentlig stor betydning for forstaaelsen av mange forhold paa vor jord at faa saadanne observationer utført med størst mulig nøiagtighet og til stadighet gjennem hele aaret, har nu siden 1918 Smithsonian Institution efter forslag av Abbot oprettet et observatorium for slike maalinger i Calama i de høie og tørre fjeldstrøk i Chili hvor der overhodet ikke forekommer nedbør, og hvor der virkelig er en skyfri himmel hele aaret igjennem med faa dagers undtagelser. Der er grund til at haape at man her vil opnaa omtrent kontinuerlige rækker av paalitelige daglige maalinger.

Resultatet av maalingene hittil er at den gjennemsnit-

lige energimængde av den lys- og varmestraaling fra solen som trænger ind i vor atmosfære ved dennes yttergrænse, utgjør omtrent 2 gram-kalorier i minuttet pr. cm.^{2} lodret paa straalernes retning. Hvis vi omgjør denne energimængde, den saakaldte »solarkonstant«, fra varmemængde til arbeide, finder vi at det svarer til henimot 2 hestekræfter pr. m.^{2}. Herav blir i gjennemsnit omtrent $\frac{2}{3}$ absorbert i atmosfæren, og bare $\frac{1}{3}$ naar ned til jordens overflate.

Maalingene fra Mount Wilson foreligger offentliggjort for aarene indtil 1914; ved professor Abbots velvilje har vi desuten i manuskript faat overlatt resultatet av maalingene fra 1915 og 1916. Disse maalinger har vi sammenstillet med endel meteorologiske observationer fra Norge. Vi har saaledes benyttet de daglige temperaturmaalinger i Bergen, og beregnet lufttryksforskjellen (tryk-gradienten) mellem Kristiania og Bergen, og sammenstillet disse værdier med værdiene for solstraalingen. Værdiene veksler meget fra dag til dag, og da disse værdier er underkastet forskjellige tilfældigheter som virker forstyrrende ved en direkte sammenligning har vi utjevnet værdiene ved at danne fortløpende 7-dagers midler paa den vis, at vi har beregnet midlene av de observerte værdier (det være sig solstraaling, temperatur eller lufttrykdifferans) f. eks. for de 7 dager fra og med 8de til og med 14de juni og sat den saaledes fundne middelværdi som værdi for 11te juni. For 12te juni er paa lignende vis beregnet middelværdien for 9de til 15de juni osv. fortløpende for hver dag. De paa denne maate beregnede værdier har vi sat op i kurver for solstraaling, lufttemperaturens avvikelser fra normalen i Bergen og lufttryksdifferans Kristiania—Bergen for de maaneder i aarene 1908—1916 hvorfra der foreligger observationsmateriale fra Mount Wilson. For solstraalingens vedkommende mangler der observationer for mange dager indimellem; i slike tilfælder maatte vi nøie os med midlet av bare de dager indenfor de 7 fra hvilke der forelaa observationer; hvis det var mindre end tre dager, ansaa vi værdiene for tvilsomme og har paa kurverne angit dem med prikker (se fig. 4). Der er gjennemgaaende en overensstemmelse mellem de tre slags kurver, paa den vis at vekslingene i

kurven for lufttryksdifferansen følger nogen dager efter de tilsvarende vekslinger i solstraalingskurven og endnu litt senere følger vekslingene i temperaturkurven for Bergen. Det viser sig som regel at der nogen dager efter en særlig sterk solstraaling følger baade en øket lufttryksdifferans og en høiere temperatur. Denne overensstemmelse mellem solstraalingen og de meteorologiske forhold i Norge viser sig at

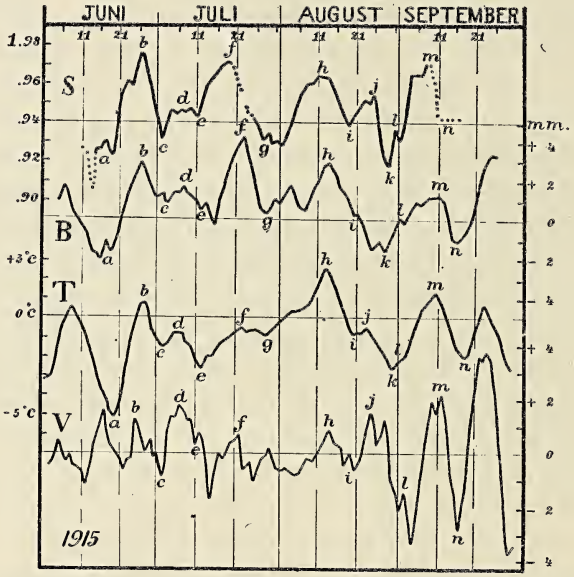


Fig. 4. Vekslingene av de 7 dagers utjevnede værdier for solstraalingen (kurven øverst merket S), lufttryks-forskjellen mellem Kristiania og Bergen (B), lufttemperatur-avvikelserne i Bergen (T), og lufttryks-forskjellen i Bergen mellem den ene dag og den foregaaende (V).

være bedst i de aar for hvilke observationene fra Mount Wilson antages at gi de mest paalitelige resultater. Som et eksempel paa et saadant aar gjengives her kurverne for 1915 (fig. 4), da veirforholdene paa Mount Wilson var meget gunstige for observationene. Som det vil sees er overensstemmelserne paafaldende gode i dette aar; der er ikke en eneste svingning i solstraalingskurven som ikke i større eller mindre grad findes igjen i de andre kurver. Nederst paa figuren er der tegnet en kurve »V« som viser differansene i lufttryk i Bergen mellem den ene dag og den foregaaende (fra obser-

vationene kl. 8 morgen); disse trykdifferanser er utjevnet ved 7-dagers midler paa samme vis som værdiene for de andre kurver. Værdiene for disse trykdifferanser viser den større eller mindre »uro« i lufttrykket. Som man ser gjenfinder man ogsaa her alle svingningene i solstraalingskurven (se bokstavene langs kurverne), selvom der er stor forskjel i størrelsen av de tilsvarende svingninger i de to kurver.

Allerede tidligere har den amerikanske meteorolog dr. H. H. Clayton (nu i Argentina) for sommer og høst 1913 og 1914 paavist en overensstemmelse mellem vekslingene i solstraalingen efter professor Abbots bestemmelser og vekslingene i lufttemperaturen paa forskjellige steder av jorden. Han fandt imidlertid at mens det paa nogen steder av jorden fulgte en øket temperatur et par dager efter en økning av solstraalingen, saa var det paa andre steder omvendt: en lavere temperatur fulgte efter en stigning i solstraalingen. Da han gik ut fra at stigning i temperaturen ved overflaten skyldtes direkte økning av den straalevarme som naadde jordoverflaten fra solen, saa hadde han meget vanskelig for at forklare at temperaturvekslingene paa mange steder gik omvendt som vekslingene i solstraalingen. Vi kan ikke her gaa nærmere ind paa hans forsøk paa en forklaring av disse forhold; den virker søkt, og vi anser den for helt utilfredsstillende. Naar vi nu ser paa dr. Claytons resultater ut fra vort syn paa hvad der foregaar, blir forklaringen ganske enkel.

Som vi omtalte ovenfor maa efter vor opfatning en stigning av solstraalingen fremkalde en øket bevægelse i atmosfæren. Paa de steder hvor de herskende vinder bringer forholdsvis høi temperatur maa altsaa en økning av solstraalingen fremkalde en stigning av temperaturen fordi vinden øker, mens paa de strøk av jorden hvor de herskende vinder bringer forholdsvis lav temperatur maa det omvendte finde sted. Med andre ord: Hvor middeltemperaturen for de forskjellige maaneder i et strøk er høiere end man skulde vente efter stedets beliggenhet paa jordoverflaten, skulde vi altsaa vente at vekslingene i temperaturen gaar samme vei som vekslingene i solstraalingen; mens paa de steder hvor maanedenes middeltemperatur er lavere end den burde være i

forhold til omgivelserne paa den samme geografiske bredde skulde det være omvendt: en øket solstraaling skulde fremkalde en sænkning av temperaturen. Dette finder vi netop at være tilfælde naar vi ser nærmere paa dr. Claytons sammenstillinger. Dr. Clayton har beregnet korrelationen mellem solstraaling og lufttemperatur for 30 forskjellige stationer: Hvis den saakaldte korrelationskoefficient er positiv, betyr det at vekslingene gaar samme vei, hvis den er negativ at de gaar motsat. Jo større korrelationskoefficientens talværdi er, desto intimere er den direkte eller den omvendte sammenhæng; ved fuldstændig overensstemmelse sættes koefficienten (r) = 1, mens den er 0 hvis der ingensomhelst sammenhæng er.

Vi har paa kartet, fig. 5, indført de av Clayton beregnede korrelationsværdier for de 30 stationer; desuten har vi trukket isotermer for høstmaanedene (svarende til den aarstid, for hvilken korrelationene er beregnet) for 5, 15, 25, og 30 grader. Paa de steder hvor isotermene gjør en bugt mot ekvator er temperaturen forholdsvis lav, og hvor de gjør en bugt i retning mot polene er den forholdsvis høi. Som man vil se findes dr. Claytons negative korrelationsværdier særlig i de forholdsvis kolde strøk og de positive i de forholdsvis varme. Der er ikke mere end et par undtagelser, som imidlertid paa et eneste tilfælde nær finder en naturlig forklaring naar man studerer de lokale forhold i detaljer. Som eksempel paa de utprægede overensstemmelser kan vi nævne at Pilar i Argentina med den særlig høie korrelationskoefficient + 0.54 ligger i et meget varmt strøk hvor isotermene gjør en stor bugt mot syd, mens de to stationer Punta Arenas (r = ÷ 0.19) og Valdivia (r = ÷ 0.17) har herskende sydlige vinder som bringer avkjøling og derfor en liten negativ korrelationskoefficient. Bathurst paa Afrikas vestkyst ligger i den forholdsvis kolde nordostpassat ved en utpræget sydovergaaende bugt av isotermene, og har derfor en forholdsvis stor negativ korrelationskoefficient (÷ 0.39), mens i det indre av Afrika middeltemperaturen er forholdsvis høi og følgelig korrelationskoefficienten positiv og tildels meget høi. Mauritius med r = ÷ 0.47 ligger i et forholdsvis koldt strøk (sydøstlige vinder). Hongkong med r = ÷ 0.40 ligger ogsaa i et forholdsvis koldt strøk

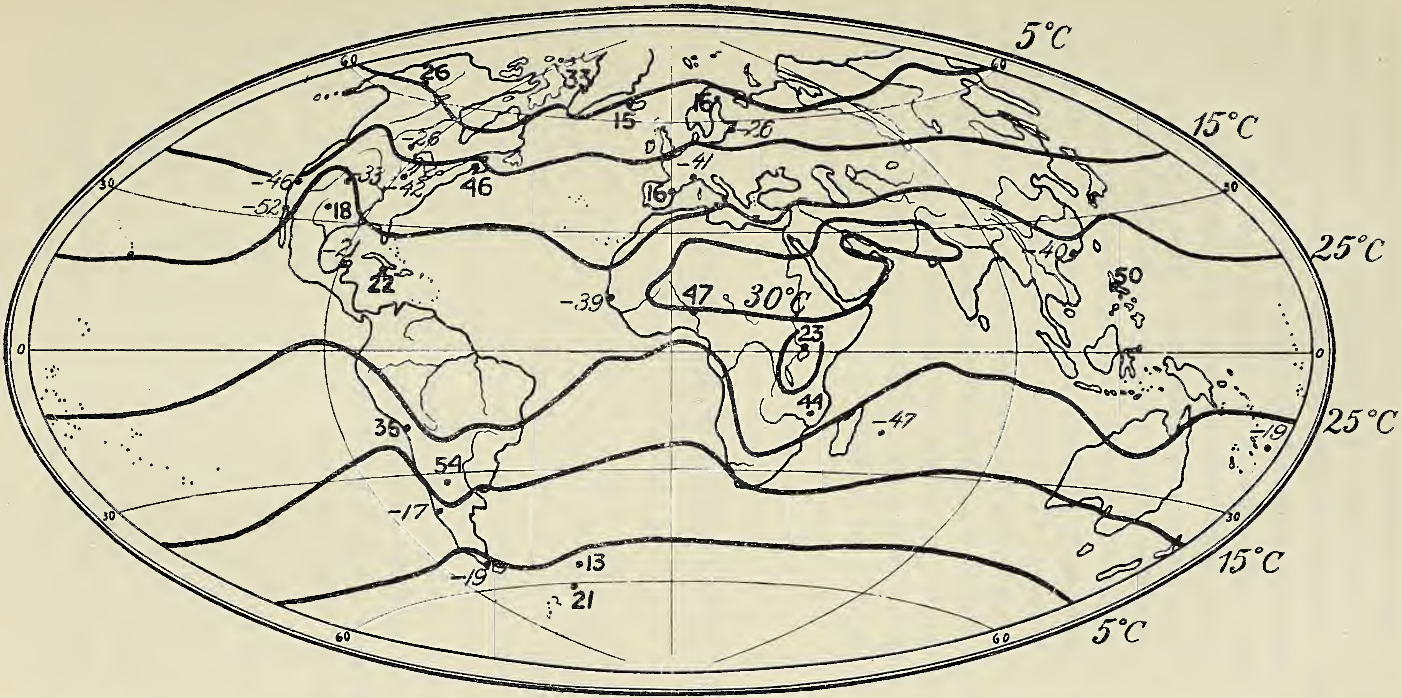


Fig. 5. Isotermer for gjennemsnits-temperaturene i september—oktober, og dr. Claytons korrelationskoefficienter (multiplicert med 100) for hans 30 stationer. De positive værdier er git med tykke vertikale tal, de negative med tynde skråtliggende.

ved en sydovergaaende bugt av isotermene, mens Manilla med $r = +0.50$ ligger i et forholdsvis varmt strøk (sammenlign den nordlige utbugtning av isotermen for 25 gr). Jakobshavn ligger paa Grønlands forholdsvis varme vestkyst og har $r = +0.33$. St. Johns (New Brunswick) med $r = +0.46$ ligger ved en liten bugt nordover av isotermene. Dawson City i Alaska med $r = +0.26$ ligger ved en nordovergaaende bugt av isotermen, mens isotermene paa Nordamerikas vestkyst ved Sacramento ($r = \div 0.46$) og San Diego ($r = \div 0.52$) bøier særlig skarpt sydover. Norge ligger i et forholdsvis varmt strøk og vi har ovenfor (fig. 4) vist at vi her har en direkte overensstemmelse mellem solstraalingen og lufttemperaturen, altsaa en positiv korrelationskoefficient (for forholdet mellem de utjevnede værdier for solstraalingen og for trykdifferansen Kristiania—Bergen har vi for 5 dagers tidsforskjel beregnet $r = +0.63$).

(Fortsættes).

En landsænkning under yngre stenalder.[1])

Av **Haakon Shetelig.**

Overordentlig meget er utrettet i den sidste menneskealder for at klare historien om hævningen av landet siden den sidste istiden, og disse undersøkelser har ikke bare betydning rent geologisk, som bidrag til at forstaa sammensætningen i den jord vi lever paa. Ogsaa for arkeologien, for bosætningens historie og kulturforskningen, har slike undersøkelser været meget frugtbare. Den ældste befolkning som har efterlatt sig spor her i landet maa være indvandret efter istiden, og minder om dens liv og virke er knyttet til gamle strandlinjer som geologene paaviser. Vi faar her en geologisk maalestok for stenalderens varighet, vi faar et billede av landets topografi under den ældste bebyggelse, og fossilfund som hører sammen med forskjellige nivaaer fortæller om de klimatiske vilkaar vore fjerne forfædre levet under. Her er

---

[1]) Foredrag i Bergens naturvidenskabelige Selskap 3dje desember 1919.

plass for et meget frugtbringende samarbeide mellem geologi og arkeologi, et samarbeide som alt har git store resultater selv om det ikke altid har været uten rivninger. For geologene er jo oldfund bare at betragte som fossiler til bestemmelse av et lag eller et nivaa, og de har let for at forlange at en arkeolog skal bestemme et hvilketsomhelst redskap av sten like sikkert som zoologene bestemmer en høiarktisk musling. Desværre saa langt er vi endda ikke kommet, men det gaar fremover og vi skal med tiden gi vort bidrag til landhævningens historie, kanske mere detaljert end det kan faaes ved geologien alene.

Emnet for mit foredrag er en foreløbig meddelelse over nye træk som er paavist ved museets undersøkelser av stenaldersplassene paa Bømmel. Men jeg maa indlede med enkelte almindelige betragtninger over landhævningen i forhold til stenalderens bosætning. Det er sikkert nok at den første indvandringen foregaar længe før hævningen av landet var sluttet og de følgende trin av stigningen skulde da gi bestemte nivaaer for en fremadskridende befolkning og utviklingen av civilisationen. Studier over disse forhold har været særlig frugtbare i det østlige Sverige hvor høideforskjellen er stor og hvor ogsaa topografien gjør sit til at meget betydelige strækninger av kystlandet er hævet over havet i løpet av de ældre kulturperioderne. Det viser sig at folket har fulgt efter under hævningen av landet, og fordelingen av fundene gir faste data for en gruppering av ældre og yngre kulturformer. Ved Kristianiafjorden ogsaa er hævningen ganske stor og tilsvarende undersøkelser her har git meget utbytte. Selv paa Vestlandet, med en saa liten stigning, som desuten frigjorde langt mindre omraader, har dog bestemte hovednivaaer sin betydning for arkeologien. Ved Trondhjemsfjorden er ogsaa vundet vigtige resultater.

Men der reiser sig forskjellige spørsmaal som maa drøftes før vi kan gjennemføre en kronologi efter nivaaene. Det har meget at si at hævningen av landet ikke har været en jevn, ubrutt bevægelse. Strandlinjer og terrasser viser at bevægelsen gik trinvis med stans imellem, og desuten er forlængst paavist en ny sænkning midt under stigningen. Landmassen var hævet saa høit at Østersjøen var ferskvand, altsaa høiere

end nu, som det ogsaa er paavist ved postglaciale myrdannelser paa sjøbunden utenfor kysterne, bl. a .paa Lister. Og landet sænkes igjen adskillig dypere end til nuværende strand. Ved maksimum av denne sænkningen, som kaldes tapessænkningen, har Norden det gunstigste klima som i det hele har været her siden istiden. Omtrent samtidig har vi den ældste anerkjendte periode av bosætning i Norge, arkeologisk Nøstvetperioden efter et rikt verksted-fund ved Bundefjorden. Det er en civilisation som er parallel med de danske kjøkkenmøddinger, men med egenartet teknik i redskapene fordi hos os flinten maatte overveiende erstattes med haarde vulkanske bergarter. Det spiller en mindre rolle for bestemmelsen at det er paavist at den nedre grænsen for findestedet ved Nøstvet ligger lavere end maksimum av tapessænkningen. Ogsaa i Danmark ligger de fleste kjøkkenmøddingene lavere end tapestidens strand, bare ganske enkelte ved linjen for den dypeste sænkning. Et heldig fund i Brabrand Sø har git bevis for at denne perioden omfatter tiden omkring maksimum, baade slutten av sænkningen og den første delen av hævningen efter. De to kulturgrupper er fuldkommen parallele, og det kan sluttes at Nøstvet-civilisationen har utbredt sig i Norge samtidig med at kjøkkenmøddingfolket levet i Danmark.

Men før den tiden? I Danmark er kommet for dagen bosteder fra en ældre periode, fra Ancylustiden da Østersjøen var ferskvand. Civilisationen i disse fundene har rent paleolitisk præg og er sikkert en direkte fortsættelse av den sene paleolitiske. Spredte fund av oldsaker med samme former forekommer i Sverige og Norge, men ingen bosteder fra samme tid. En slutter gjerne at folk da endda ikke var naadd saa langt som til Norge, og jeg nævner dette for at trække ind et moment som har stor betydning for at bedømme forholdet mellem stenaldersperioder og strandlinjer. De danske bosteder fra den ældste perioden er fundet inde i landet, i myrer, ikke ved kysten, og grunden er utvilsomt at datidens kyst nu er forsvundet i havet. I Norge maa vi regne med et forhold av samme betydning. Under tapessænkningen blev alt land overskyllet av havet helt op til linjen for maksimum av sænkningen, og levninger fra ældre tid blev altsaa utvasket og

ødelagt til ukjendelighet. Det er den sjeldneste chanse at et bostedlag kan passere strandbeltet to ganger (under sænkning og hævning) uten at forstyrres av bølger og brænding; ialfald under disse forhold kan ikke ventes fund av organiske rester, bare selve stensakene, og de vilde som oftest være rullet og vandslitt saa de vanskelig kunde kjendes. Vi har hittil ikke gjort os klart hvordan spørsmaalet egentlig stiller sig. Spor av den ældste bosætning maa snarere søkes lavere end tapeslinjen end høiere, og muligheten er der, hvor terrænget former sig som en særlig lun og vel beskyttet vik eller poll, at et bosted kan ligge rolig overleiret av senere marine lag. Desuten kan vi jo mulig vente fund som er avleiret dengang stranden under hævningen endda laa høiere end maksimum av tapes-sænkningen. Men vi kommer da tilbake til en meget tidlig tid. Efter Holmboe var landet hævet høiere end nutidens strand mens klimaet var næsten arktisk endda; i myren utenfor Lister-kysten er de dypeste lagene bestemt ved dvergbjerk og derover ligger andre lag med mere varmekjære planter. I en lang periode før tapestiden har altsaa landet her ligget høiere end nu.

Ved siden av Nøstvet-gruppen som jeg nævnte, er den ældste klassen av norske stenalders fund de som gaar under navn av flintplassene paa kysten fra Hordaland til Trøndelagen. Det er bosteder eller verksteder hvor flint har været bearbeidet i ganske stor utstrækning, utvilsomt en meget primitiv industri, men det har været diskussion om hvorledes fundene egentlig skal klassificeres. Jeg tror A. Nummedal i det væsentlige har ret kulturhistorisk. Han har hat blik for alle de træk som knytter flintplassene sammen med den ældste stenalderen i Danmark, de fundene jeg nævnte som er ældre end kjøkkenmøddingene og kan kaldes Maglemoses gruppe (efter det rike bostedet som blev undersøkt av G. Sarauw). Et andet spørsmaal er det om flintplassene hører absolut til samme tid, altsaa til Ancylustiden. Det maatte bestemmes geologisk og vi har da ikke andet at holde os til end hvor høit findestedene nu ligger over havet, sammenlignet med nivaaet for tapes-grænsen i samme strøk. Høiderne stiller sig da omtrent slik:

	Flintplasser.	Tapesgrænse.
Romsdal—Nordmøre	25—40 m. o. h.	20—30 m. o. h.
Søndmøre	ca. 20 —	12—14 —
Bergen	20—30 —	10—14 —

Høidebestemmelserne i de to rækkerne er jo ikke tat netop paa samme sted og slutningen maa altsaa ikke trækkes for skarpt. Men det kan sies ialfald at flintplassene gjennemgaaende ligger noget høiere end tapes-grænsen, delvis ved samme nivaa og sjelden noget lavere. Det er sikkert ogsaa at flintplassene har ligget paa tørt land hele tiden siden flinten blev avleiret, da i motsat fald stenene maatte ha været rullet i fjæren baade en og to ganger, og det er de ikke. Nogen enkelte vandslitte flinter av og til i fundene kan let forklares, mens hovedmængden ikke har spor av denslags medfart. Paa den anden side kan det vanskelig tænkes at flintplassene er saa uhyre gamle, at de stammer fra en tid ikke bare før hele tapessænkningen, men fra før hele den tilsvarende hævning av landet som gik forut. A. Nummedal har været inde paa denne tankerækken da han i sin tid satte flintfundene tilbake til senglacial tid og tænkte sig en forbindelse med Solutréperioden i paleolitisk stenalder. Han har selv forlatt dette siden, og det kan sikkert ikke opretholdes.

Som geologisk tidsbestemmelse kan flintplassene sikkert grupperes omkring maksimum av tapes-sænkningen. En mere precis bestemmelse maa vente til det er gjort nøiagtig geologisk undersøkelse av netop de stedene hvor flintplassene findes. Men vi vet altsaa at omkring tapes-nivaaet starter vi med de ældste norske bosteder som kjendes, og en mulig ældre periode av bosætningen kan ikke ha sat sig saa tydelige spor. Bosteder svarende til Maglemose (eller endda tidligere) har siden været overskyllet av havet eller ligger kanske endda under sjøen; før tapes-sænkningen var jo landet engang hævet høiere end nu. En mulighet er det, skjønt ikke stor, at vi ogsaa i Norge kunde finde bosteder inde i landet, ved vasdrag eller myrer, likesom de man har truffet i Danmark.

Men efter Nøstvet-civilisationen har vi gjerne tænkt os at vi kunde finde de følgende kulturperioder i rækkefølge paa stadig lavere nivaa eftersom landet hæver sig igjen til nu-

værende høide. Det grundlæggende arbeidet er her gjort av W. C. Brøgger, med enkelte senere korrektioner og tilføielser av P. A. Øyen. Disse undersøkelserne gjælder Kristianiafeltet og vi finder her maksimum for tapes-sænkningen henimot 70 m. høit over havet, ved ytre Kristianiafjord ca. 42 m. o. h. Nivaaet for butnakkede trindøkser, som er overgangstiden mellem ældre og yngre stenalder, bestemmes ved Kristiania til ca. 55 m. o. h.; ved ytre Kristianiafjord ligger samme strandlinje ca. 36 m. o. h. Ved slutten av stenalderen ligger

Fig. 1. Utsigt fra Vespestad over Langevaag, Bømmel.
I forgrunden Sokkemyren.

stranden ved Kristiania ca. 15 m. hoiere end nu og ca. 10 m. ved ytre Kristianiafjord. Alle detaljer er utførlig fremstillet i professor Brøggers bok, jeg refererer her bare hovedpunktene. For det trondhjemske kan tilføies at P. A. Øyen i Trøndelagen har bestemt en række bosteder fra yngre stenalder til »et forholdsvis nyt avsnit av Trivia-nivaaets tid«. Landet hadde da tilbakelagt mere end halvparten av stigningen efter tapes-sænkningen.

Disse undersøkelserne er meget vigtige, men de har, som Brøgger selv gjør opmerksom paa, en relativ værdi fordi de gaar ut fra en teoretisk forutsætning at stigningen i det hele har skredet frem uavbrutt, uten tilbakeslag. Det viser sig

ogsaa at vi arkeologisk kommer op i vanskeligheter naar vi skal passe sammen kulturperioderne i stenalderen med geologiske høider. Det er til disse vanskeligheter Bømmelfundene nu har begyndt at gi et glimt av en løsning. Jeg kan ikke noksom fremhæve at dette foredraget bare er en første foreløbig meddelelse og at særdeles meget staar igjen at undersøke før vi kan nærme os en sammenhængende tolkning. Men en del fakta er sikre og desuten saavidt vigtige at det kan være opfordring til at komme frem med dem alt paa dette stadium.

Den sydlige delen av Bømmel har en rigdom paa stenaldersfund som her i landet bare har sidestykke i flintstrøkene paa Lister og Jæren; men Bømmelfundene har et helt andet præg end flintmarkene. Paa Bømmel er flinten aldeles underordnet og materialet for stenalderens industri er her rent overveiende en tæt og fin grønsten som staar i fast fjeld paa øen og har været let tilgjængelig ogsaa som løse blokker i ur og fjære. Uten tvil er det grønstenen, en rikelig forekomst av fortrinlig stenmateriale, som har gjort Bømmel saa tiltrækkende for stenaldersfolket. Her kan en paatagelig tale om verkstedfund (et uttryk som ellers har været omstridt) fordi fremstillingen av redskaper i grønsten har været aarsaken til en tæt og flittig bebyggelse gjennem hele stenalderen. Men selvsagt er verkstedet samtidig et bosted, med gruer og baalplasser og andre minder om dagliglivets virksomhet.

Ved de tre sidste aars undersøkelser paa Bømmel er bostedene fundet tæt over et strøk paa mindst en halv mils utstrækning og vidner om et usedvanlig folketal efter norske stenaldersforhold, men det kan jo være tvilsomt om det har været en virkelig bofast befolkning. En grønstens industri i ganske stor maalestok som det har været drevet her, kan tænkes i forskjellige former; sikkert er det, at det paa Bømmel er arbeidet langt flere stensaker end det skulde brukes paa stedet. Grønstensøksene findes spredt paa bostedene langs hele Vestkysten, men bare her paa Bømmel har vi hittil fundet spor av en nævneværdig tilvirkning av slike økser. Avfald av grønstenens tilhugning er forsvindende i alle andre

fund, mens det kan tælles op omkring 1000 stykker for hver kvadratmeter i et bosted paa Bømmel.

Mulig er det naturligvis at her har levet en befolkning som drev denne industrien i stor stil og avsatte øksene til andre, i bytte mot produkter de hadde behov for. Men nærmere ligger det at virksomheten hadde samme karakter som kjendes fra stenalderen i Nord-Amerika. Her vet vi at stammer ofte langveis fra søkte de bedste kjendte forekomster av god sten for at hente materiale. Det meste av tilhugningen foregik ved bruddet, for at spare vegt ved transporten, men det forekommer ogsaa i stor utstrækning at raahugne emner blev fragtet langt avsted og hadde kurs som et gangbart byttemiddel. Slik er det mest sandsynlig det ogsaa har været med grønstenen paa Bømmel, som var et begrænset strøk med velkjendt forekomst av et særlig godt materiale. Folk fra hele kysten kan ha reist hit og selv paa stedet arbeidet økser som de reiste hjem med naar arbeidet var gjort. Forskjellige stammer kan ha hat hver sine bestemte plasser, og vi faar da en forklaring paa at bostedene er saa mange tæt ved hverandre.

Derfor gir Bømmel ogsaa ualmindelig gunstige vilkaar for at studere strandlinjens forskyvninger under stenalderen. Industrien paa Bømmel begynder meget tidlig i stenalderen og fortsætter saa længe grønstenen i det hele hadde praktisk betydning. Det ældste fundet er tydelig en plass ved indløpet til Langevaag paa østsiden av Bømmel, Uratangen I. Det er en skraanende jevn flate mellem fjeldknauser; for en stor del er grunden blottet ved vandsig og vi kan samle tilhugget grønsten av karakter som paa Nøstvet, men uten slipning, og adskillig flint som ligner fundene fra flintplassene. Forekomsten har nedre grænse ved 15.33 m. h. o. h. (øvre grænse 18.40 m.) og situationen kan vanskelig forklares uten vi antar at stranden har ligget ca. 15 m. o. h. Høiden vil antagelig svare omtrent til maksimum av tapessænkningen som ikke er bestemt netop paa Bømmel; men paa Jæren ligger den 13—15 m. o. h., paa Karm omtrent i samme høide og ved Bergen 10—14 m. Paa vestsiden av øen har vi fund av Nøstvetformer, bl. a. en fortrinlig meget stor og typisk kjerneøks, paa findestedet Stølsdalen II, 12 m. h. o. h. og altsaa en god parallel

til selve Nøstvet-fundet som gaar noget lavere ned end linjen for maksimum av sænkningen.

Paa disse høiderne har vi tydelig de ældste fundene, og vi gaar derfra til den motsatte ytterlighet. Uten al tvil er nu paavist nye bosteder ved og under nuværende strandlinje og de fortsætter sig ut i sjøen til ukjendt dybde under havet; det lar sig jo ikke godt gjøre at strække undersøkelserne videre end en kan naa med at va ved laveste fjære. Disse fundene, som unegtelig er en overraskelse, blev først set ved A. W. Brøggers og mine undersøkelser i 1905, men vi hadde dengang ikke oversigt og heller ikke leilighet til at samle nok materiale som bevis. Ved de undersøkelserne vi har gjort nu i de sidste aarene, er saken blit utvilsom. Flere steder ved bunden av Langevaag (ved Eide, Vespestad og i Vollastranda), ved bunden av Eidesvaagen (under Hatten) og ved bunden av Roaldsfjord findes mere og mindre av tilhugget grønsten i strandbeltet saa langt det er blottet ved fjære sjø og længer ut. Fundstykkerne ligger ikke bare paa overflaten; det viste sig da det blev tat veigrus i sjoen ved Vespestad at bearbeidede stykker, avfald, slagsten og fragmenter av færdige redskaper er indleiret i sjøsanden adskillig dypt. Det blev her gravet til opimot 1 m. under vandspeilet ved laveste vandstand.

Forekomsten er altfor utbredt, altfor tæt og typisk til at det kan være tale om at stenene er kastet ut i sjøen ved rydning, og topografien utelukker aldeles at disse fundene kan skyldes utglidning eller utvaskning fra høiere steder paa land. Kulturrestene maa være avleiret hvor de nu findes, med andre ord det er verksteder eller bosteder som nu er sænket under havet. Denne slutningen er bekræftet av fagfæller som har været med mig paa stedet, A. W. Brøgger, A. Nummedal, Eyvind de Lange, likesaa de studerende som assisterte ved arbeidet, A. Bjørn og B. Hougen. Det er rester av bosteder som er fuldstændig utvasket av sjøen. Her er ingen mørk kulturjord eller spor av organiske rester, bare selve stensakene indleiret i sand; grønstenen er praktisk talt ikke forvitret, har en eiendommelig mørk overflate og er gjerne svakt vandslitt saa formen er litt bløtere at ta paa end ved lignende fundstykker som altid har ligget paa land. Naar

indholdet av disse bostedene endda ligger saavidt samlet og uskadt, kommer det av særlige gunstige forhold ved bunden av dype lune vaager hvor bølgeslaget neppe kan merkes. Paa mere utsatte steder vilde stenene snart ha været rullet omtrent til ukjendelighet.

I disse sjøfundene har vi en god hel butnakket trindøks (tat av Nummedal omtr. 10 m. ut fra stranden ved Roalds-

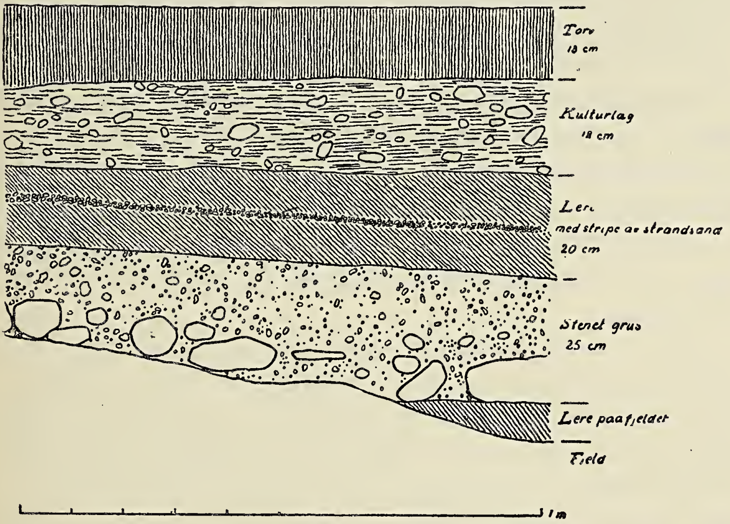


Fig. 2. Snit av stranden i Sokkemyren, (nordvæggen av ruten A VII) Vespestad, Bømmel.

fjord), et brudstykke av en fasetslipt smal øks, tilnærmet trekantet som Nøstvetøksene og et mindre fragment av en firkantet smal øks. Sikkert er dette yngre stenalder og sandsynligvis en forholdsvis tidlig del av yngre stenalder. Da var altsaa landet hævet høiere end nu, nøiagtig hvor meget kan vi ikke se.

Endelig i Sokkemyren paa Vespestad er gjort ganske omfattende gravninger. Dette er det klassiske findestedet som først blev opdaget og beskrevet, og er omtalt i mange senere arbeider under navnet Vespestadfundet. Under myrtorv findes her et kulturlag fra yngre stenalder, endog fra et

sent avsnit av perioden som det nu kan paavises ved fund av en flat bladformet pilespids av flint. Under bostedet er lere som dengang var en strand i 4—5 m. høide o. h. Under leren er grus som er litt vekslende; øverst grovere stenet grus, derunder finere, saa igjen grovere grus med adskillig sten. Endelig som bund en haard gammel lere som hviler paa fjeldet. Hele tiden har det været iagttat at stykker av bearbeidet grønsten findes i leren under bostedet; de kan jo være traadt nedi under den første tiden folk begyndte at bo paa stranden, før kulturlaget var vokset over. Men de seneste aarene er fundet adskillig ogsaa i gruset under leren og der avleiret slik at stykkerne maa være kommet der da gruslaget dannet overflaten i dagen. Større bearbeidede blokker, emner til Nøstvet-økser, slagsten, endog en ganske stor flat slipesten (som fandtes mellem sten underst i laget) kan ikke være trykket ned mellem og under andre sten naar desuten hele lerlaget laa dækkende over. De maa ha været der før leren blev avsat.

Den eneste forklaringen jeg kan se, er den at her laa engang et bosted, som efter fundstykkerne har karakter av ren Nostvet-tid; dengang laa gruslaget øverst blottet i fjæren. Dette verkstedet fra den senere del av Nøstvet-civilisationens tid har sikkert ligget længe paa tørt land. Mens Bømmel, som jeg netop har nævnt, hævet sig høiere end nu, har det ældste verkstedet i Sokkemyren antagelig ligget som en forlatt boplass ved fordums strand, slik vi nu ser alle de ældre fundene ligger; men igjen har landet sænket sig, gamle bosteder er igjen naadd av sjøen, og stranden ved vor myr er sænket saa dypt at nye lerlag har avsat sig over ødelagte kulturlag. Dernæst begynder igjen hævningen og samme gunstige plass blir igjen utset som velskikket for verksted og bosted. Folkene i den senere stenalder bygger sine ildsteder, lever og virker paa en leret strand som allerede hadde dækket restene efter deres ældre forgjængere. Men dette sidste bostedet er den dag idag bare dækket av startorv; det har aldrig senere været under sjøen.

Paa Bømmel kan vi altsaa paavise at hævningen av landet har været avbrutt av en sidste mindre sænkning efter tapes-sænkningen. Fund av Nøstvet-gruppen findes ved tapes-

nivaaet og lavere, i høider paa 15, 12 og 5 m. o. h. Den ældre stenalder har altsaa omfattet omtrent dette avsnittet av hævningen. Paa et ganske tidlig trin av yngre stenalder har landet været hævet høiere end nu, og mot slutten av stenalderen har stranden paa Bømmel ligget 4—5 m. over nutidens; men i tiden imellem har landet været sænket noget dypere end denne grænsen, og den sidste hævningen var altsaa begyndt, men endda ikke færdig da stenalderen sluttet. Slik tegner sig nu hovedpunktene ved Bømmelfundene, som her fremføres med det forbehold at undersøkelserne paa stedet fremdeles skal fortsætte, og jeg haaber da at forholdene kan oplyses mere i detalj.

En sidste mindre sænkning efter tapes-sænkningen — før landet kommer i endelig likevegt — er i sig selv et meget naturlig fænomen, og samme sænkning er desuten paavist andensteds ogsaa. Jens Holmboe har ved Skeievandet paa Jæren fundet en tilsvarende strandlinje paa 8.5 m. o. h.. Det maa være samme nivaa som Bjørlykke har set ved Malletuva paa en høide av 8—9 m. Nivaaet passer godt for den sænkningen som satte Sokkemyren under vand i yngre stenalder. Ved Fredrikshald har J. Rekstad fundet et lag myrtorv overleiret av sjøsand i omtrent den halve høiden av tapes-sænkningens maksimum 20—24 m. o. h.; det er mulig samme sænkning. Men ingensteds her kunde det sees hvor høit landet var hævet forut, som det nu viser sig paa Bømmel. I samme retning findes antydninger ogsaa andre steder paa kysten. Baade paa Jæren og paa Møre-kysten nordenfjelds kan de ikke sjelden samle bearbeidet flint i nuværende fjære, paa samme maate som grønsten fra bostedene i sjøen paa Bømmel. Det er al grund til at tro at »fjæreflinten« ogsaa stammer fra utvaskede bosteder som nu ligger sænket i og under strandbeltet, men selvsagt i sin tid var paa tørt land.

Denne sidste sænkningen av landet under stenalderen bør vel ha adskillig interesse geologisk, og for arkeologerne har den en særlig betydning. Det har været en gaate hvorfor det bare er meget sene bosteder fra yngre stenalder som hittil er opdaget paa Sørlandskysten, paa Vestlandet og Nordenfjelds. Arkeologer har været tilbøilig til at trække hele den norske

stenalder dygtig nedover i tiden for at faa den til at hænge sammen. I disse strøkene hvor bosætningen nødvendigvis er knyttet meget nær til kysten (naar Jæren undtages) savner vi bostedsfund fra mellemperioderne som kan knytte sammen Nøstvet-gruppen og flintplassene med det seneste avsnit av stenalderen. Logisk har det ligget nær at tænke sig at vor ældre stenalder maa være temmelig sen; eller som A. W. Brøgger har prøvet det, at skyte yngre bosteder tilbake saa meget som mulig. Bømmel er det første stedet hvor vi kan ha utsigt til at paavise en kontinuerlig tidsfølge i fundene og her ligger ogsaa forklaringen paa at vi andensteds mangler saa mange led i rækken. Bostedene fra en stor del av yngre stenalder har været ødelagt, de aller fleste steder, ved en ny landsænkning som igjen satte strandlinjen helt op imot Nøstvet-tidens nivaa. Fund fra ældre stenalder og yngste stenalder kan ligge like paa hverandre og bostedene fra hele mellemtiden kan ligge lavere end begge, tildels endog lavere end nuværende strandlinje. Det trænger ikke gjentages hvor sjelden gunstig plassen maa være for at vi i det hele skal finde spor av et stenalders bosted som to ganger har ligget i strandbeltet, under sænkning og hævning; organiske rester vil altid utvaskes, og omtrent altid vil det være nok brænding til at ildstedene forskyves og utslettes og selve stensakene rulles saa de snart mister al kjendelig form. Paa det meste av kysten er et stort stykke av norsk forhistorie for altid utslettet ved sænkningen av landet under yngre stenalder. Enkeltfund av stensaker kan gi nogen erstatning, saker som av bestemte grunder er gravet ned eller tilfældig er kommet i jorden i større høide over havet. I aapne bygder paa Østlandet og i Trøndelagen kan det vel ogsaa være chanse for at finde indlandsbosteder. Men overveiende har dog norsk bosætning under stenalderen fulgt kystene og de vigtigste minder efter datidens folk har været utsat for den fulde virkning av landsænkningen.

Jeg maa slutte med at fremhæve at de forhold som her er paavist, ikke staar i strid med de væsentlige resultater i W. C. Brøggers verk over stenalderens strandlinjer i Kristiania-feltet. Brøgger gjør uttrykkelig opmerksom paa at hans undersøkelse har git et gyldig resultat for Nøstvet-gruppen og

for de butnakkede trindøkser som betegner overgangstiden til yngre stenalder. For denne senere perioden har han utførlig utviklet de sammensatte faktorer som spiller ind og som der gjør en detaljert bestemmelse av nivaaene meget vanskelig. Hans opgaver for to nivaa-trin indenfor den yngre stenalder er fremsat med det sterkeste forbehold; han avgrænser sin egentlige opgave til »først og fremst at søke at fastsætte, saa nøiagtig det for tiden lar sig gjøre, strandlinjens beliggenhet ved avslutningen av dette store kulturavsnit (stenalderen), eller hvad det er det samme, ved begyndelsen av bronsealderen« (Strandlinjens beliggenhet under Stenalderen, s. 216). Disse vigtige punkter, nivaaene for ældre nordisk stenalder, begyndelsen av yngre stenalder, og stenalderens slutning, staar uanfægtet av den nu paaviste landsænkning under yngre stenalder. Desuten er det et spørsmaal for sig, som her ikke skal berøres, om en sænkning av Vestkysten nødvendig har gjort sig gjældende ogsaa i Kristiania-feltet.

Vandstof av kvælstof.

Ved T. G.

»Philosophical Magazine and Journal of Science« indeholder i sit junihefte 1919 et arbeide av radioaktivitetsforskeren Sir Ernest Rutherford. Det heter »Collision of α Particles with Light Atoms«, I-IV. De resultater den fremragende forsker her offentliggjør har vakt stor opsigt; for i arbeidets del IV, som heter »An Anomalous Effect in Nitrogen« omtales endel forsøk, hvorav fremgaar at det har lykkedes Rutherford at sprænge kvælstofatomets kjerne slik at vandstofatomer fremstaar.

Saafremt kritiske gjentagelser av forsøkene bekræfter dette, har man her for første gang en forvandling av et elements (grundstofs) atomer, en transmutation, fremkaldt gjennem menneskers indgrep.

Undersøkelser i de sidste 20 aar har vist at der er endel elementer, de radioaktive, hvis atomer ikke er uforanderlige og

stabile. Atomene er hos disse elementer underkastet en spontan forvandling, hvis forløp det dog har været umulig at øve nogensomhelst indflydelse paa. Studiet av de radioaktive processer har ført til den antagelse, at elementenes atomer alle er opbygget av visse enklere bestanddeler. Disse grundbestanddeler menes at være elektroner, vandstof- og heliumatomer. Kvælstofatomet antages saaledes at bestaa av tre heliumatomer og to vandstofatomer.

Ut fra vundne erfaringer har man ogsaa søkt at danne sig et billede av atomenes indre bygning. Atomet antages at ha en central kjerne av ørliten utstrækning (med tversnit mindre end 10^{-12} cm.). Denne er positiv elektrisk ladet. Atomets radioaktive egenskaper og omtrent al dets masse ansees bundet til kjernen. Naar da de radioaktive stoffer utsender α-»straaler«, d. e. heliumkjerner, hver med to positive enhetsladninger, og β-»straaler«, d. e. elektroner, ørsmaa partikler hver med en negativ enhetsladning, menes disse at være løssprængt fra de radioaktive atomers kjerne. Ved denne sprængning foregaar der en indgripende forandring og det atom som fremstaar viser sig at ha helt nye egenskaper. Utenom kjernen antages elektroner at kredse i cirkelformige koncentriske baner (likesom planetene omkring solen), og i et slikt antal at de nøitraliserer kjernens positive ladning. Antallet av elektroner og elektronbaner betinger atomets fysisk-kemiske egenskaper. Elektronene i de ytre baner om kjernen kan da paavirkes av indgrep utenfra. Kjernen derimot er praktisk talt uangripelig, og dermed uforanderlig overfor menneskers indgrep. Det er paa den element-(grundstof-) naturen beror. Bare hos de radioaktive elementer forandres kjernen, den sprænges; men denne sprængning er som nævnt spontan, og mennesket har hittil ingen indflydelse kunnet øve.

Mange forskere, hvoriblandt Sir William Ramsay, har i senere tid forsøkt at sprænge løs en del av forskjellige elementatomers kjerner, at fremkalde transmutation. Herunder benyttet de sig av den vældige energi som frigjøres ved sprængningen av de radioaktive atomer, idet α-partikler fra radium-emanationen (d. e. den gas som frigjøres ved radiums forvandling) blev brukt som projektiler. Forsøkene mislykkedes alle, og da det viste sig at α-partiklene heller ikke

øvet nogen merkbar virkning selv paa emanationens egne atomer, var man godt paa vei til at opgi haapet om at kunne fremkalde transmutation.

Efter Rutherfords undersøkelser ser det allikevel ut til at mennesket har det i sin magt at fremkalde transmutation. R. undersøkte hvordan det gik, naar lette atomer som vandstof, helium, lithium, kvælstof, surstof kolliderte med α-partikler fra et ensartet radioaktivt stof (Radium C), hvorfra α-partiklene utslynges med ens hastighet. (Hastigheten kan naa op til omtrent $2 \cdot 10^9 \frac{\text{cm.}}{\text{sek.}}$ d. e. $^1/_{13}$ av lysets). Det fremgik, at naar vandstofgas utsattes for kraftig bombardement med α-partikler, opstod spor av en ny sort »straaler« med endnu større rækkevidde end α-partiklene. Disse »straaler« viste sig ved nærmere undersøkelse at bestaa av vandstofatomer i voldsom fart, fremkommet gjennem en kraftig kollision mellem vandstofmolekyler og α-partikler. Herunder kom de to elementers atomkjerner saa nær hverandre som ca. $3 \cdot 10^{-13}$ cm. En slik kraftig kollision mellem α-partikel og vandstofkjerne foregik imidlertid meget sjelden. Bare 1 av 100,000 av de α-partikler som fôr gjennem et 1 cm. tykt lag med vandstofmolekyler opnaadde en saa intim kollision. Da α-partiklene fôr igjennem ca. 10,000 vandstofmolekyler pr. cm., var det bare for hver 1 av 1,000,000,000 kollisioner at α-partiklen støtte saa kraftig mot vandstofkjernen at denne sidste fik en slik vældig fart, at den naadde længer end α-partiklene.

Ved nu paa lignende maate at bombardere kvælstofgas med α-partikler, fandt R. at der ogsaa her dannet sig spor av en ny sort »straaler«, med helt lignende egenskaper som dem hos »straalerne« i vandstofgasen. R. kom tilslut til det resultat at det var vanskelig at undgaa den slutning, at disse »straaler«, som opstaar gjennem sammenstøt av α-partikler med kvælstofmolekyler ikke er kvælstofatomer, men vandstofatomer. Herav fremgaar da at de vældige kræfter som utvikles gjennem et kraftig sammenstøt mellem en α-partikel og et kvælstofmolekyl bevirker en sprængning av kvælstofatomets kjerne, og at de vandstofkjerner som herved sprænges løs har dannet en del av kvælstofkjernen. En slik løssprængt

vandstofkjerne har efter R. oprindelig en plads i kvælstofkjernen som ligger $7 \cdot 10^{-13}$ cm. fra dennes centrum. Der opstod under like forsøksbetingelser endnu færre av disse hurtige vandstofatomer i kvælstofgas end i vandstofgas. Det »utbytte« man faar av vandstofatomer i kvælstofgasen er derfor ørlitet.

Ut fra sine resultater antar Rutherford at hvis man bare kunde anvende α-partikler, eller lignende »straaler«, med endnu større energi end de han brukte som projektiler, var der sandsynlighet for at mange av de lette atomers kjerner kunde sprænges, m. a. o. at en række transmutationer kunde utføres. Hvis dette en gang i fremtiden lykkes, vil det ikke være forvandlingen i og for sig som i første række kommer til at interessere. Det vil i saa fald bli de ved kjernesprængningen frigjorte energimængder. Disse vil kanske kunne faa den største betydning for menneskene.

Om den gule feber.

Av dr. med. **Th. Thjøtta.**

For Norge har den gule feber altid været av adskillig interesse paa grund av dens betydning for vore sjøfolk. Og det er i virkeligheten ikke faa norske sjømænd som i aarenes løp er faldt som denne sygdoms ofre i de tropiske og subtropiske havner. Den gule feber er nemlig en uttalt tropisk og subtropisk sygdom med en temmelig sterkt begrænset geografisk utbredelse.

De første beretninger om denne sygdom stammer fra Vestindien, hvor de indfødte og de europæiske kolonister fra aaret 1635 sies at ha lidt meget av en sygdom som skal ha været gul feber. I den senere tid har Vestindien og da særlig de store Antiller været saa plaget av denne sygdom, at dette sted har været betragtet som sygdommens hjemsted. Hvert aar har Kuba været hjemsøkt av sygdommen, snart i sværere, snart i mildere form. Og altid har det været slik som det gjerne er med de smitsomme sygdommer, at den har optraadt sværest under krige og uroligheter. Under den spansk-

amerikanske krig optraadte der saaledes paa øen ca. 30,000 tilfælder med 6034 dødsfald.

Fra de store Antiller har sygdommen spredt sig rundt de omliggende kyster i den Mexikanske golf, trængt frem til sydstaterne i Amerikas fastland, hvor den har sat sig fast og optrær endemisk paa hele Braziliekysten. Brazilien har da ogsaa været betragtet som et av de værste gulfeberstrøk i verden. Og i Rio de Janeiro og Santos er det vel kanske de fleste norske sjøfolk har stiftet bekjendtskap med sygdommen. For at gi et lite indtryk av sygdommens hyppighet i Rio skal vi se litt paa dens optræden i denne by.

1870	indtraf	1118	dodsfald av gul feber
1873	—	3659	—«—
1875	—	1308	—«—
1876	—	3476	—«—
1878	—	1177	—«—
1880	—	1623	—«—
1883	—	1606	—«—
1886	—	1446	—«—
1889	—	2155	—«—
1891	—	4456	—«—
1892	—	4313	—«—
1894	—	4715	—«—
1896	—	2909	—«—

Norge har som bekjendt altid hat en temmelig livlig skibsfart paa Brazilien, og det er kjendt nok, at det har forekommet, at norske skibe har blit liggende i Rio og Santos næsten helt avfolket paa grund av disse epidemier. Og dette er ikke underlig, naar man ser paa den betydelige dodelighet sygdommen kunde fremvise i 70-, 80- og 90-aarene.

Sydover paa kysten av Syd-Amerika har sygdommen ikke gaat længere end til Buenos-Aires. Nordover paa Nord-Amerikas kyst ikke længere end til Quebeck.

Paa vestkysten av Amerika har sygdommen været sjelden. Dog har den optraadt med adskillige tilfælder i Ecuador og da særlig i Guayaquil. Dette er av særlig interesse, da det er i en ganske nylig indtruffet epidemi paa dette sted at sygdommens aarsak endelig er bragt paa det rene.

Foruten de her nævnte steder findes sygdommen endemisk kun paa Afrikas vestkyst. Paa denne fra Senegal, gjennem Guldkysten, Elfenbenkysten til Kongo og Angola findes der gulfeber i mere og mindre begrænsede strøk.

Sygdommen findes altsaa i endemisk form kun langs Atlanterhavskystene foruten paa de mere begrænsede steder i Ecuador. Dette hindrer dog ikke, at den ogsaa har været seet i Europa av og til. Saaledes optraadte den som en liten epidemi i Spanien i 1878 indført av soldater, har ogsaa været seet i kystbyer i England og Frankrige, indbragt med skibe.

Med hensyn til sygdommens utbredelse paa de strøk, hvor den er endemisk, saa er den en uttalt kystsygdom. Den er videre særlig hyppig paa sumpige steder og i skidne kvarterer, hvor der er rikelig skiddent, stillestaaende vand i smaa pytter eller i aapne drikkevandscisterner. Sygdommen skyr høiderne, hvor der er kjøligere og mindre stagnerende vand. Derfor var det ogsaa altid saa, at alle som kunde flyttet ut fra byerne i gulfebertiden op til fjeldene. De rike som kunde gjøre dette var derfor som regel lite genert av sygdommen, mens de fattige som bor inde i de skidne usunde slumkvarterer blev decimert.

I almindelighet har de sorte menneskeraser mindre let for at angripes av sygdommen end de hvite. Blandt de sidste er det igjen særlig de til stedet nyankomne, ikke akklimatiserte som angripes. Man ser hvordan alle disse momenter likesom lægger infektionen tilrette for sjøfolk fra de europæiske lande.

Hvordan er saa sygdomsbilledet ved gul feber?

Utbruddet kommer som regel pludselig med et rystende frostanfald, hvorunder temperaturen stiger op til 39—40° samtidig som patienten faar sterk hodepine, stikkende smerter i pande, øienhuler, ryg og led. Han faar sterk kvalme og brækninger, blir meget nedslaat og fortvilet og er stadig urolig. Han blir meget rød i øinene og i ansigtet forøvrig, men endda ikke gul. Dette stadium av sygdommen varer i 3—4 dager. Saa falder feberen ned og patienten befinder sig bedre en eller to dager. I de letteste tilfælder kan nu sygdommen være færdig med dette. Men i de fleste tilfælder

stiger temperaturen atter høit op og nu kommer alle symptomer igjen med stor styrke. Nu indfinder gulsotten sig og kan stige til saadan styrke, at patienten blir helt mahognibrun. Samtidig stinker patienten saa sterkt, at det kan være vondt at opholde sig i nærheten av ham. Under stadig økende sygdomsfænomener indfinder døden sig som regel omkring det 9de til 10de døgn. I de sidste stadier lider patienten sterkt av blodige brækninger som skyldes blødninger i mavesækken. Disse har git sygdommen dens spanske navn »Vomito negro«.

I arbeidet med at utforske smitteforholdene ved denne menneskehetens svøpe og med at finde midler til dens bekjæmpelse har den moderne hygiene feiret en av sine smukkeste triumfer.

Den første som var paa det rigtige spor efter forklaringen av smittemaaten var Finlay, som i 80-aarene opstillet den teori, at sygdommen førtes fra menneske til menneske av myg, og han nævnte ogsaa netop den myg som senere har vist sig at være smittebæreren, nemlig *Stegomyia calopus* eller *fasciata*. Han var imidlertid forut for sin tid, og hans teori blev derfor mottat med stor skepsis. Først ca. 20 aar efter, i 1900 lykkedes det en amerikansk lægekommission at bevise, at det var myggen som var smitteoverføreren, idet det lykkedes at bibringe friske mennesker gul feber efter at de var blit stukket av myg som hadde suget blod paa gulfeberpatienter for mindst 12 dager siden. Ved kontrolforsøk kunde det vises, at den sykes klær og effekter samt hans utdunstninger ikke var smittefarlige. To av de i kommissionen deltagende læger, Carroll og Lazear, fik sygdommen, og den sidste døde.

Kommissionen bragte videre paa det rene, at myggen maa suge blod fra patienten i de første dager av sygdommen for at bli inficert, likesom der som nævnt maa hengaa en viss tid før myggen kan overføre sygdommen til friske mennesker. Den paaviste videre, at man ogsaa kan fremkalde sygdommen ved at sprøite blod fra patienter ind under huden paa friske individer. Efter en saadan kunstig sygdom var vedkommende uimottagelig for sygdommen fra myg.

Disse resultater forklarte med et slag sygdommens for-

kjærlighet for steder med stillestaaende vand, idet myggen kun paa slike steder fik de rette utviklingsmuligheter. Likesaa var det efter dette naturlig, at den maatte savnes paa høider og fjelde, hvor myggen ikke fandtes, og at den maatte være sterkt repræsentert i de skidne slumstrøk i byerne, hvor alle slags rusk og avfald ligger og samler vand, naar det regner.

Og nu kunde først en ordentlig kamp mot denne sygdom begynde. Her er det meget betegnende, hvorledes det gik under bygningen av Panamakanalen. Som bekjendt maatte de første forsøk paa denne bygning av franskmændene opgives baade av økonomiske grunder og fordi folkene døde i massevis av gul feber og av malaria. Dengang hadde man endda ikke de kundskaper om smittemaaten som netop utviklet. Da saa amerikanerne paabegyndte sit arbeide dernede, begyndte atter feberen at optræ. Denne gang møtte den imidlertid motstand. Amerikanerne indsaa straks at man først maatte bli kvit sygdommene, før det kunde nytte at begynde paa nogen alvorlig kanalbygning. Under ledelse av sanitetsoberst Gorgas begyndte de saa et hygienisk rydningsarbeide som verden aldrig har set make til. Med svære pengeofre (ca. 20,000,000 dollars) anla de lukkede vandledningssystemer, tomte alle de vandansamlinger som kunde tømmes, hældte petroleum over dem som ikke kunde tappes, isolerte alle syke under myggenet, anbragte myggenet i alle vinduer i hvert eneste hus paa hele byggearealet, røkte hvert hus med svovldamper, forfulgte og dræpte al myg og opnaadde paa denne maate at gjøre det saa berygtede Panama og Colon til sunde steder hvor mennesker kunde leve og arbeide. Det er spændende som en roman at læse om den kamp der her blev kjæmpet med sygdommen og dens haandlanger. Og det er vel sikkert at uten dette hygieniske arbeide hadde ogsaa amerikanerne maattet opgi sin plan om Panamakanalen.

Nu er dette syn paa bekjæmpelsen av den gule feber overalt trængt igjennem, og nu er derfor steder som før neppe var beboelige for hvite blit relativt sunde steder. Gulfeberen trænges mere og mere tilbake takket være disse undersøkelser og takket være de folk som frivillig utsatte

sig for sygdommen og derved bragte bevisene for myggens betydning som smitteoverfører.

Til trods for denne kjendskap til smittemaaten har man dog like til det aller sidste været helt i vildrede med hensyn paa sygdomsvækkeren. Vistnok var der beskrevet mange mikroorganismer som skulde være sygdommens aarsak, men ingen av disse holdt stand for en indgaaende kritik. Nu synes imidlertid sløret at være løftet ogsaa paa dette punkt. Det har nemlig lykkedes Noguchi som medlem av gulfeberkommissionen i Guayaquil at inficere marsvin med blod fra patienter og at føre denne kunstige sygdom videre fra dyr til dyr ved indsprøitning av blod eller organemulsioner fra de av sygdommen døde dyr paa friske. Han har ogsaa kunnet opbevare sygdomsvækkeren i et kunstig næringsmedium i mange dager, faa det til at vokse i en halvflytende blanding av menneskeserum og agar, pode dyr med denne og opnaa at bibringe disse en sygdom som paa alle maater stemmer overens med menneskets gule feber. I disse dyrs organer har han kunnet paavise en liten spirochæte som i høi grad ligner sygdomsvækkeren av en anden sygdom som hører hjemme i de tempererte lande og som ogsaa fremkalder gulsot, nemlig den saakaldte Weil'ske sygdom. Mens denne kaldes *Spirochæte icterohæmorrhagiæ*, kalder Noguchi sin mikrobe *Leptospira icteroides*.

Sygdommen er altsaa nu gjennemutforsket forsaavidt som man kjender dens aarsak og dens smittemaater og vet hvordan man skal forebygge den eller møte en epidemi. Det staar imidlertid endda tilbake at finde en specifik helbredelsesmaate for dem som allerede har faat sygdommen. Dette maal er nu rykket betydelig nærmere end det var før Noguchis opdagelse, idet man nu har alle chancer til at finde en behandlingsmetode dersom der gives nogen. Dyreeksperimentet vil nu kanske løse dette problem, rimeligvis i form av en specifik serumbehandling.

Bokanmeldelser.

Festskrift utgit i anledning av Bergens Jæger- og Fisker-Forenings 25-aars jubileum den 11te januar 1920. 198 s., 8vo, Bergen 1920.

Bergens Jæger- og Fisker-forenings festskrift ved 25-aars-jubileet er nylig utkommet. Det er et smukt bind med mange gode billeder og indeholder 17 større og mindre opsatser om jagt og fiske fra alle synspunkter. Her skal imidlertid kun omtales de artikler som har en mer umiddelbar naturhistorisk interesse.

Professor Aug. Brinkmann omtaler et fund av harehundknokler fra middelalderen, fundet under gravning i Trondhjem. Ved en grundig og alsidig analyse av de fundne ben (skalle, deler av forben og bakben) og sammenligning med nye og gamle hundeskeletter lykkes det forfatteren at paavise at vor typiske lavbente harehund (i dette tilf. repræsentert av et skelet av et av statsdyrlæge Tillier utvalgt individ) forefandtes hos os allerede i middelalderen. De av forf. anførte meget talrike sammenligningsmaal (44 bare av kranium og underkjæve) viser en saa nær overensstemmelse mellem individet fra det 12te og det fra det 20de aarhundrede at de godt kunde være faldt i samme kuld, de forskjeller som findes kan skyldes kjøns- og aldersforskjel. Forf. slaar derfor fast at en og samme race av harehund har eksistert i Norge fra den tidlige middelalder og ikke som man før trodde bare fra begyndelsen av forrige aarhundrede, — »et forhold som forøvrig ikke bør forundre da harehundene (brackene) netop i middelalderen var meget benyttede dyr, ja, i Mellem-Europa kan følges tilbake til meget ældre tid som en utbredt form for jagthund, hvorfra vore andre jagthundformer har tat deres utspring«.

Forf. paaviser derefter nærmere at saavel den omhandlede middelalderhund som den moderne harehund, han sammenlignet den med, staar de ældgamle primitive hunderacer som kjendes fra Mellem-Europas forhistoriske tid nærmere end nogen anden nulevende hunderace.

Forfatteren ser heri nok et eksempel paa det kjendte forhold at husdyrracer som engang var de herskende i hele Europa efterhvert trængtes ut i »periferien«, idet andre mere forædlede racer tok deres plads i de centrale strøk. Slik er det ogsaa gaat til at der ialfald indtil for ganske nylig endnu fandtes levende eksemplarer av det europæiske stenalderfaar, *Ovis aries palustris*, i Norge. Denne race findes endnu paa Island.

Konservator S i g u r d J o h n s e n bidrager med en artikel om e l g e n s utbredelse i Norge og gir foruten et instruktivt kart over elgens regelmæssige optræden ogsaa en kritisk gjennemgaaelse av de foreliggende meddelelser om dens leilighetsvise streiftog over til Vestlandet. Han fastslaar at der har været observert elg i Lærdal, Aurland, i Røldal og ved Finse, merkelige vidnesbyrd om dette dyrs enestaaende utholdenhet og ihærdighet til at foreta lange vandringer. En række meldinger om en elg som skulde være set ved Enes i Hardanger diskutteres og henregnes til de mindre beviste og mindre sandsynlige tilfælder. Endelig omtales fund av elg fra forhistorisk tid. Slike fund er gjort paa Hittra, ved Kristiansund, ved Aalesund og nær Stavanger.

Stadsdyrlæge I v a r N i e l s e n gir en interessant skildring av den gamle fangst av vaagehval i Skogsvaag paa østsiden av Sotra. Fangsten foregik paa den maate at hval som var saa uheldig at komme nær indløpet til vaagen blev jaget ind av mange baater og indløpet til vaagen blev derpaa spærret med en almindelig not. Siden bar det til at skyte hvalen med pil ved hjælp av armbrøst eller flitsbue — fangsten begyndte i det 12te aarhundrede, længe før »Krag« blev opfundet. Skjønt hvalen fik flere svære piler i kjøttet kunde det gaa baade et døgn og mer før den begyndte at spakne. Men det vilde nok allikevel ikke ha lyktes at faa livet av den hvis ikke pilene hadde været bærere av en sygdom som var det egentlige vaaben. Hvordan man er kommet paa at forgifte pilene er nu ikke godt at si, men det lyktes i sin tid dr. Klaus Hanssen og dr. Gade at konstatere sygdomsvækkerens art. Det viste sig at være en bacille av en gruppe som fremkalder ondartede og dødelige sygdommer, saaledes »braasot« hos faar. Disse baciller danner hvilesporer som har et forbausende seigt

liv, de er blit gjenopvækket efter at ha slumret 30 aar i det indtørkede kjøt fra en forgiftet hvals dødssaar. *O. S.*

Knud Rasmussen: Grønland langs Polhavet. Udforskningen af Grønland fra Melvillebugten til Kap Morris Jesup. Skildring af den II. Thule-Ekspedition 1916—1918. 596 [+ 12] sider 8vo. Med 276 fotografier og tegninger, 15 kart, 8 farvetryk og 25 tontryk. Kjøbenhavn og Kristiania 1919. (Gyldendalske Boghandel — Nordisk Forlag).

Grønland er det klassiske felt for dansk arktisk forskning. Talrike danske ekspeditioner har i tidens løp git bidrag til utforskningen av dette mægtige polarland, og i sandhet imponerende er de resultater som de har opnaadd. Herom faar man især et levende indtryk naar man studerer den officielle publikationsrække »Meddelelser om Grønland«, hvis hittil utkomne 57 bind bringer et overvældende rikt kundskapsstof om de forskjelligste sider av Grønlands natur og om dets eiendommelige befolkning.

En av de dristigste danske Grønlandsfærder og paa samme tid en av dem, som er trængt aller længst frem mot nord, er »den anden Thuleekspedition« (1916—18) under ledelse av Knud Rasmussen. Den hadde til opgave at utforske Grønlands aller norvestligste del, kysten mot Smiths sund og dets fortsættelse nordover samt mot selve det aapne Polhav.

Om denne færd og om dens foreløbige resultater gir det foreliggende verk en ytterst interessant fremstilling. Vi følger de tapre reisende paa deres slædereiser langs Nordgrønlands øde kyst, under utrolig slit og alle slags farer. Efterhaanden bukker to av dem under i kampen: grønlænderen Hendrik Olsen og den kjendte svenske botaniker dr. Thorild Wulff. Gripende er beretningen om, hvordan den sidstnævnte gik i døden for at redde sine kamerater og ekspeditionens videnskabelige resultater.

Av stor interesse er skildringen av verdens nordligste mennesker, polarekskimoerne ved Kap York, den samme eskimostamme som norske læsere vil erindre fra Eivind Astrup's bok »Blandt Nordpolens naboer«. Knud Rasmussen kjender disse mennesker saa indgaaende som

ytterst faa andre; den sympati han føler for dem smitter uvilkaarlig over paa læseren.

I tre avsnit er der git en sammenfattende oversigt over en del av ekspeditionens foreløbige resultater. Prof. C. H. Ostenfeld skildrer Nordgrønlands plante- og dyreliv, væsentlig paa grundlag av dr. Wulff's efterlatte optegnelser og samlinger. Ekspeditionens geolog, Lauge Koch, omtaler de geologiske iagttagelser under færden; en fremstilling derav har han ogsaa git i sit foredrag i »Norsk Geologisk Forening« den 22de januar 1919 (se »Naturen« 1919, s. 311, flg.). Av særlig stor betydning er paavisningen av »den kaledoniske fjeldkjedes« fortsættelse langs Grønlands nordvestkyst. Endelig drøfter Knud Rasmussen selv i et særskilt kapitel det omstridte spørsmaal om eskimoernes indvandringsveier. Han kommer til det resultat, at de maa være trængt frem til Grønlands østkyst rundt sydspidsen; langs nordkysten anser han at det ikke har været mulig for dem at flytte, og han har ikke her fundet mindste spor efter dem.

Hele boken er friskt skrevet. Den illustreres av et rikt og vakkert billedstof og er idetheletat meget tiltalende utstyrt. Paa grund av et offentlig tilskudd har allikevel prisen kunnet sættes adskillig lavere end i disse tider almindelig for et verk som dette.

Jens Holmboe.

Smaastykker.

Spitsbergen. Den 9de februar iaar er i Paris den traktat undertegnet, hvorved Norges suverænitet over Spitsbergen (med Bjørneøen) er blit internationalt anerkjendt. Redaktionen er gaat ut fra, at det i denne tid vil være av en ganske særskilt interesse for »Naturen«s læsere at bli gjort bekjendt med naturforholdene paa den store og eiendommelige arktiske øgruppe, som nu blir norsk land. Ved velvillig imøtekommenhet fra mange hold ser vi os istand til i den nærmeste fremtid at bringe en række artikler om de forskjellige sider

av Spitsbergens natur og om det forskningsarbeide, som er blit utført deroppe. Den første av artiklene, prof. dr. Nansen's om Spitsbergens opdagelse, staar forrest i dette hefte. Resten følger efterhaanden, i de nærmeste hefter.

Red.

Jordens indre som en kraftkilde. I Lardarello i Italien har man et borhul som utsender damp under høit tryk. Denne damp driver turbiner med 10 tusen hestekræfters kraft. Ved Solfatara nær Neapel vil man faa istand en lignende kraftkilde. Overhodet er der planer oppe om i vulkanske egner, hvor der ikke er langt til glødende masser i jordens indre, at skaffe billig kraft derfra.

Der er altsaa en ny konkurrent baade til de sorte og de hvite kul; Island kan rimeligvis komme med her. Sir Charles Pearsons som bragte denne sak paa bane i British Associations møte i høst, har fremkommet med et forslag om at man for at faa bedre rede paa forholdene i jordens indre og samtidig vinde kraft skulde gjøre en skakt 12 engelske mil dyp, altsaa omtrent 20 km., 2 norske mil. Bekostningen er anslaat til 90 millioner kroner og den tid som maa ventes at medgaa til 80 aar. Man har grund til at tro, at hvis der arbeides i granit, skulde man kunne gaa ned til 30 engelske mil før trykket vilde gjøre sidestenen saa plastisk at skaktarbeidet av den grund maatte stanse. Forresten er det sandsynlig, at den høie temperatur man vil faa at kjæmpe med og andre forhold gjør planen om den paatænkte skakt paa teknikens nuværende standpunkt til et hjernespind; men om man maatte nøie sig med en mindre dyp skakt, f. eks. en paa 10 km., vilde ogsaa en saadan ha sin interesse.

Hans Reusch.

Graatrost der overvintrer. Siden juleaften har kulden været noksaa sterk her, ca. ÷ 29° C., og i byens omegn endda lavere; for enkelte steders vedkommende helt ned til ÷ 41°.

I slik kulde holder selv graaspurven sig mest mulig i skjul. Ganske interessant var det derfor igaar (den $^{28}/_{12}$) at se en graatrost *(Turdus pilaris)* sitte i et rognetræ og delikatere sig med de frosne bær. Ogsaa idag (temperaturen er nu ÷ 26° C.) er den i samme rognetræ.

Mosjøen $^{29}/_{12}$ 1919.

J. Grannes.

Fra enervegetationen paa Stordøen. Over den hele sydlige del av Stordøen er eneren overordentlig hyppig utbredt og dække store arealer i utmarken. Det er den almindelig forekommende tueagtige busk, der med sine krypende og vredne stammer sprer sig utover.

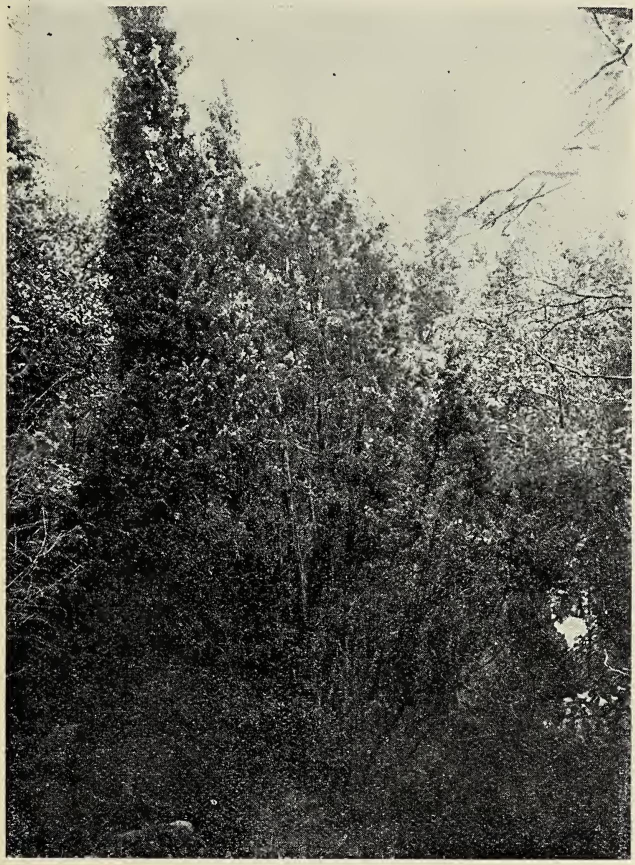


Fig. 1.

Dog kan man, naar man færdes gjennem egnen, træffe paa en og anden rankvokset busk, som vel maa sies at være sjelden i størrelse i disse trakter saa langt ute mot havet.

Fig. 1 viser en enerbusk fra Vekslidnuten paa vestsiden av Stordøen ca. 250 m. over havet og like imot grænsen av det skogbare Fitjar. Den længste av buskens stammer er $5\frac{1}{2}$ meter.

Fig. 2 viser ogsaa en rankvokset ener i nærheten av

Fig. 2.

Fig. 3.

gaarden Rutle — vestsiden av Stordøen. Den har en høide av 7 m. og har en omkreds — 1 m. over jorden — av 83 cm.

Men over paa Hugleröen — paa østsiden av Stordøen — er dog enervegetationen langt prægtigere; ti her optræer den regelmæssigere rankvokset og pyramideformet — se fig 3.

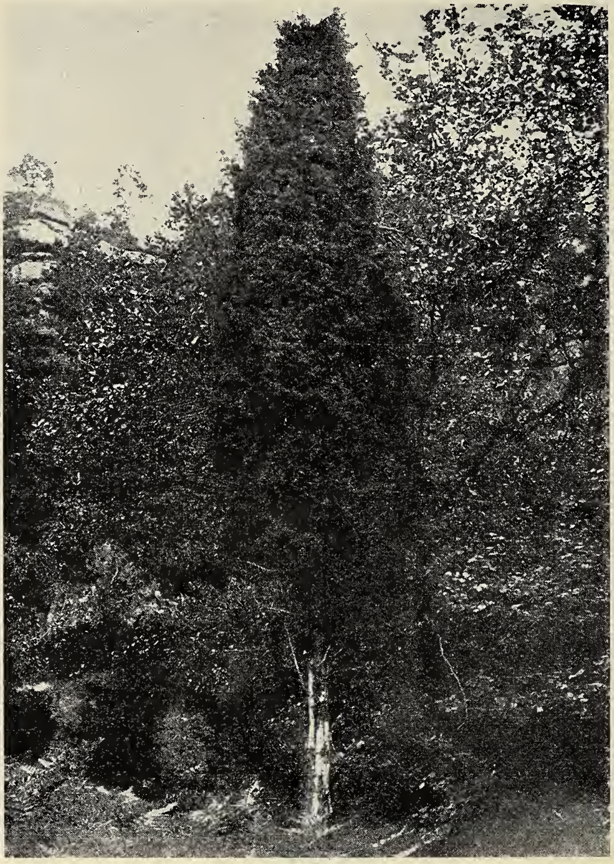


Fig. 4.

Fig. 4 viser en ener fra gaarden Huglens utmark; den har en høide av over 8 m.

Nedskriveren herav saa i 1910 — i nuværende Haakon Bratespe's tun i Sørfjorden, Hardanger — en flagstang av ener — aldeles ret — og med en længde av 10 m. Denne ener hadde vokset i gaarden Maabøs utmark (vestsiden av Sørfjorden).

Olaf Hanssen.

Fra Norsk Geologisk Forening. I foreningens møte lørdag 15de mars 1919 holdt statsgeolog dr. Gunnar Holmsen foredrag over: Lagdelingen i Vestlandets torvmyrer.

Ledsaget av meget instruktive plancher fremholdt foredragsholderen den forskjelligartede utvikling torvmyrene paa Vestlandet hadde gjennemgaat i den ytterste del av skjærgaarden og inde i fjordene. De tørreste myrer og de bedst humificerte finder man paa den træløse del av strandflaten. Inde i fjordene er myrene endnu i vekst, mens dette kun undtagelsesvis er tilfældet paa strandflaten.

Stangeland har været opmerksom paa dette, og har forsøkt at forklare stansningen i torvdannelsen ved hjælp av landskapets avskogning. Naar skogen blev ødelagt, fik vidjen bedre virkefelt, og mosedækket blev avløst av et rislag.

De fleste myrer i Romsdals amt er forsumpningsmyrer paa fastmark. I de myrer som ligger ved eller under tapesgrænsen finder man et stubbelag. Profilet viser i almindelighet nederst rester av en kratskog av or og birk, hvorover følger fettorv, der er en vel humificert sphagnumtorv, fri for vedrester. Over denne følger saa stubbelaget med furu. Øverst i myrene finder man atter altid en sphagnumtorv, som er fri for fururester. Denne er i overflaten forvitret, og paa de mest indtørrede og opsprukne myrer for en stor del fjernet av erosionen. I de myrer, som ligger betydelig høiere end tapeslinjen finder man, selv paa de steder, hvor der nu ikke vokser furu, nederst et bundlag med rester efter en blandingsskog av or og birk, hvoriblandt der ogsaa har vokset furutrær. Ellers er de høitliggende myrer opbygget som de lavereliggende.

Lagdelingen i Vestlandets forsumpningsmyrer vidner om to sterkt torvdannende perioder. Som profilene i laguner bak tapestidens strandvolder viser, avsattes der torv under og en god stund efter tapestiden. Denne er nu blit til fettorv. Dette svarer til Blytts atlantiske periode. Det er den første forsumpningsperiode.

Saa blev forsumpningen avbrutt, og furuskogen vandret ut paa myrene. Denne tørre tid er Blytts subboreale periode. Det maa ha været den tid, som inde i landet svarer til de høie skoggrænsers tid. Paa Vestlandet har skogen i den subboreale periode hat sin største utbredelse, hvilket blomsterstøvet i torven viser.

Den tørre tid fulgtes av den anden forsumpningsperiode, hvorunder furuskogen paa myrene blev dræpt av det rask voksende sphagnumdække. Torvlag fra denne forsumpningsperiode findes paa alle myrer helt fra den første

torvdannende periode, men kan ogsaa optræ direkte over fastmark. Disse yngste myrer faar selvfølgelig en enklere lagdeling. De mangler ret stubbelag, men viser kratrestene ved bunden, og kan forveksles med de gamle myrer, hvis man ikke studerer dem ordentlig.

Den anden forsumpningsperiode svarer til Blytts subatlantiske tid.

Dernæst talte dr. H. Reusch om kvartærgeologiske iagttagelser i Foldalen.

Foredraget er trykt i Norsk Geologisk Tidsskrift, bd. V, hefte 2, hvortil henvises.

Statsgeolog Rekstad nævnte, at naar Reusch drar i tvil skuringsretningen i nordsiden av Foldalen, maa det komme av, at han ikke har hat anledning til at se skuringen i dalens nordside op for Krokhaug. Her er nemlig fremtrædende skuring med retning nordover. Den gang har isens mægtighet været saa stor, at den har gaat tvers over Foldalen. Moræmerne paa sydsiden av Foldalen viser en bræbevægelse fra Rondane nordover mot Foldalen. Og disse moræner ligger uforstyrret, saa de maa stamme fra sidste fremrykning av isen her. Spørsmaalet om isen under sidste face har bevæget sig østover eller vestover i Foldalen synes for Reusch noget usikkert. Støt- og læsider kan ikke avgjørende bevise dette. Morænernes beliggenhet viser at isen her har bevæget sig vestover.

Seten ved Borsungsætrene er en strandlinje, hvis høide svarer ganske godt til pashøiden i nordvest mellem Hjerkinn og Kongsvoll; følgelig maa avløpet mot øst ha været sperret, dengang den dannedes. Den store banke fra Brannsnes vestover er avsat av smeltevandstrømmer fra bræen søndenfor, og det forholdsvis fine materiale i dens undre del maa være avsat i rolig vand. Dens brätte avslutning ved Brannsnes gjør det sandsynlig, at der østenfor den har ligget en sperring av is.

Statsgeolog dr. Holmsen mente, at isbevægelsen i øvre Foldalen utvilsomt har gaat imot dalens heldning i den tid som gik umiddelbart forut for de isdæmte sjøer. Herom vidner bloktransporten fra Foldalens granulitfelt.

Da der endnu ikke findes rektangelkarter over Foldalen er det forbundet med store vanskeligheter nøiagtig at bestemme indlandsstrandlinjernes høide. Men i hoveddalen har man den geografiske opmaalings præcisionsnivellement at holde sig til. Alle strandlinjer jeg har maalt i forhold til dette viser en høide som svarer til vandskillet i Kvitdalen, hvor derfor sjøens avløp har gaat. Der maa derfor ha eksi-

stert en sammenhængende vandflate paa denne høide saavel i hoveddalen som i sidedalene nordenfor.

Den bratte overgang mellem dalfyldningen i Øvre Foldalen og elveterrasserne længer nedover har jeg tænkt mig skyldes forskjellige uttapningsnivaaer av Folsjøen, eftersom isresten lot nye avløp isfrie.

I møte lørdag 5te april 1919 holdt professor dr. Percy Quensel fra Stockholms Högskola foredrag om: »Fjällproblemer i nordligaste Sverige«.

Meningene har været meget forskjellige angaaende fjeldkjeden i Norge og Sverige, begyndte foredragsholderen. Det har ofte syntes vanskelig at forene disse meninger. Den nyere svenske opfatning nærmer kanske disse meninger noget til hverandre. Foredragsholderen hadde undersøkt forholdene i det aller nordligste Sverige, — Kebnekaiseomraadet. Den linje hvor fjeldkjedens bergarter begynder kaldes glimtlinjen. Først har vi hyolituszonen, hvor siluren ligger ganske uforstyrret. Næste zone bestaar av nogen sure kataklastiske bergarter, — myloniter. Det er rent mekanisk metamorfe bergarter. Disses oprindelse er tvilsom. Det har tidligere været antat at være overskjøvet grundfjeld. Nu antages det at være forskjellige ting. Metamorfosen i fjeldet er anderledes end den sedvanlige. Forskjellige bergarter kan bringes til at ligne hverandre sterkt.

Denne »mylonitskolla« indeholder overskjøvet grundfjeld og kaledoniske eruptiver. Selv »ultramyloniterne« kan av og til i mikroskopet vise sig at være eruptiver. De synes dog ikke altid at være det. Der er ogsaa en kemisk forskjel mellem de forskjellige stadier av myloniten. Den kemiske omvandling gaar i retning av silificering inden bergarten, uten tilførsel. Vi kan faa rene kvartsiter. Rosenbusch mente at metamorfose ikke i særlig grad kunde forandre den kemiske sammensætning. Det synes som om den mest ekstreme granulering medfører en bevægelighet av molekylene, saa at der opstaar en baandstruktur, som er sekundær. »Hogskifrer« er slike baandede bergarter. Disse har git anledning til store meningsforskjelligheter. Baade oprindelige eruptiver og oprindelige sedimenter antar denne sekundære struktur, idet de mørke mineraler samler sig langs forskyvningsplanene. Disse bergarter har indleiringer av silur, som ofte er litet omvandlet. Siluren i øst var fuldstændig uberørt av metamorfosen, likesom grundfjeldet. Men i et vindu V for Kebnekaise er grundfjeld og silur blottet. Her er blaa-

kvartsen blit til en skifrig kvartsit, — alunskifer til en bulet kloritglimmerskifer. »Mylonitskollan« findes ikke igjen her.

Næste zone er amfiboliter med indleiringer av seveskifre, — krystalline skifre. Seveskifrene er høimetamorfe: granatglimmerskifre etc. Man har villet henføre dem til prekambriske sedimenter, sparagmit, silur. I amfibolitenes store komplekser er seveskifrene bedst utviklet og mest krystallinske. Straks syd for amfibolitmassiverne optrær seveskifrene som fjeld, mens amfibolitene optrær som indleiringer i disse.

Inden seveskifrene optrær finkornede facies, som er mindre metamorfe. De tyder paa at oprindelsen til seveskifre er lerskifre. Senere er fundet seveskifre som er en kontaktmetamorf sort skifer. Det er mulig at disse seveskifre og den almindelige type av den har samme oprindelse, — altsaa kan seveskifre indeholde silur.

Hvad er amfibolitene? De er ikke intrusive basalter. Er de dypbergarter saa maa de være av en egen type. De er presset frem langs de linjer som tektoniken har angit. De har mistet en del av sin magmatiske karakter f. eks. evnen til at kontaktmetamorfoseres.

Man kan anta at amfiboliten har opdelt siluren i flak, som er spredt utover i komplekset. Længer vest er der et overskyvningsplan; over dette den vestlige silur, som har en ganske stor mægtighet, og bestaar av fylliter, kvartsfyllit med kalk. Vestenfor dette har vi gabbrointrusiver, som har kontaktomvandlet siluren. Seveskifrene synes at være skifre som er underkastet en primær begyndende kontaktmetamorfose, med en derpaa følgende normal regionalmetamorfose. Disse skifres sterkt omvandlede karakter maa antages at skyldes dette, da regionalmetamorfosen ikke synes at ha været intensere her end i den vestlige silur.

Det er et spørsmaal om denne anskuelse kan generaliseres, eller om den er av lokal natur. Undersøkelser er utført av foredragsholderen samt av Gavelin i Kvikkjokdistriktet og 2 andre steder. De to herrer tror at kunne paavise overgangen mellem siluren og de krystallinske skifre paa mange steder, — men slet ikke overalt. Der er altfor mange sekundære forskyvningsplaner. Foredragsholderen vil endnu ikke generalisere dette og si at seveskifrene er silur; men paa sine steder kan man paa svensk side paavise, at silur indgaar i dette kompleks.

F o r h o l d e n e s y d l i g e r e. Fra grundfjeldet i øst træffer man omtrent samme profil som før. »Mylonitskollan« er omtrent forsvundet, man finder overganger mellem siluren og seve, — skifre med granat og staurolit. I seveskifrene finder vi

granatglimmerskifre som er identiske med de nordlige. »Kärvskifer«[1]) er utgaat fra kalkfylliten. Seven er av og til utviklet som kärvskifer. Mylonitene knytter sig her meget nøie til den norske kartlægning, hvor de er betegnet som graniter. Alt ligger temmelig flatt, mens forskifringen er omtrent lodret . Vi har flere »skaaler« av skifre under hverandre, adskilte ved mylonitlag (sure eruptiver).

Mylonitene er sure eruptiver som er presset frem efter tektoniske linjer og herunder opknust. Den kemiske sammensætning er intet bevis for den oprindelige sammensætning. Men at det er kaledoniske eruptiver er der ingen tvil om.

O v e r s k y v n i n g e r. De findes periferisk. De findes regionalt. Det synes ikke tvilsomt at de bergarter som danner »glimtlinjen« er overskjøvne. Men angaaende overskyvningens dyp kan der være delte meninger. Amfiboliten dominerer langs riksgrænsen. Den forsvinder vestover. Her kommer de norske amfiboliter som er intrusive gabbroer. Amfiboliten dukker under den vestlige silur. Dens røtter synes at være inden dens eget omraade eller straks vestenfor. Overskyvninger blir paa 15 km. og har de alpine overskyvningers karakter. Man maa dog ikke trække for nøie sammenligninger her. Vi ser nu ikke i fjeldkjededannelsen en tilfældig foldning av jordskorpen paa et tilfældig sted, men noget som har en dypere grund, i epi-orogenetiske bevægelser.

Set i dette lys blir denne kaledoniske fjeldkjede av stor betydning for vort syn paa fjeldkjeden i det hele.

Forskjellige bergarter kan ved intens regionalmetamorfose bli omdannet til et kompleks som virker som en hel ny formation.

Dr. R e u s c h fremhævet hvor værdifuldt det var at faa høre et udmerket foredrag av en svensk, utenfra kommende geolog om et emne som ofte og fra mange aar tilbake hadde været diskuttert mellem foreningens medlemmer. Han forespurte om muligens seveskifren inden amfiboliten kunde tydes som utvalsede indeslutninger i en eruptiv, som var brutt frem paa normal vis.

F o r e d r a g s h o l d e r e n mente at denne tydning ikke hadde sandsynligheten for sig. Lagene av seveskifer var sammenhængende i to kilometers utstrækning.

Efterat en del andre talere hadde hat ordet, toget man til Parkkafeen, hvor man hadde invitert foredragsholderen paa en liten soupé. *Rolf Falck-Muus.*

---

[1]) Kärvskifer eller Garbenskifer, av kärv = (sv.)neg da hornblendekrystallene sitter i negformede bundter.

Temperatur og nedbør i Norge.

(Meddelt ved Kr. Irgens, meteorolog ved det meteorologiske institut).

December 1919.

Stationer	Temperatur						Nedbør				
	Middel	Avv. fra norm.	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
	° C.	° C.	° C.		° C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø	— 4.3	— 2.9	5	14	— 20	24	23	— 61	— 73	10	8
Tr.hjem	— 5.1	— 2.6	3	16	— 23	26	19	— 68	— 78	8	21
Bergen..	0.5	— 1.0	6	13	— 12	26	121	— 90	— 43	25	5
Oksø......	— 0.5	— 1.8	5	5	— 11	26	50	— 49	— 50	13	30
Dalen....	— 5.9	— 2.0	2	1	— 20	28	58	— 20	— 26	11	30
Kr.ania	— 5.4	— 1.8	2	1	— 18	29	37	0	0	9	1
Lillehammer	— 9.0	— 1.5	0	15	— 25	29	20	— 37	— 65	5	18
Dovre....	—10.6	— 2.1	—2	14	— 26	29	8	— 22	— 73	2	6

Aar 1919.

Stationer	Middel	Avv. fra norm.	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
	° C.	° C.	° C.		° C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø......	3.5	— 0.6	25	19/7	— 20	24/12	705	— 270	— 28	31	19/2
Tr.hjem	4.1	— 0.6	28	21/7	— 23	26/12	667	— 295	— 31	25	22/8
Bergen	6.1	— 0.9	24	6/7	— 12	26/12	2053	+ 13	+ 1	75	13/8
Oksø......	6.5	— 0.5	23	10/7	— 13	7/2	639	— 325	— 34	31	20/1
Dalen....	4.7	0.0	28	11/7	— 20	28/12	606	— 236	— 28	33	22/7
Kr.ania	5.4	— 0.1	30	10/7	— 18	29/12	507	— 65	— 11	19	14/6
Lillehammer	3.3	+ 0.1	27	11/7	— 25	29/12	526	— 107	— 28	18	10/4
Dovre....	0.6	— 0.2	23	6/7	— 26	29/12	329	— 49	— 8	20	3/7

Januar 1920.

Stationer	Middel	Avv. fra norm.	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
	° C.	° C.	° C.		° C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø......	— 2.4	— 0.8	0	9	— 9	14	74	— 16	— 18	11	6
Tr.hjem	— 1.0	+ 0.6	7	16	— 10	3	57	— 49	— 46	8	18
Bergen..	1.4	+ 0.2	7	26	— 8	11	416	+ 213	+ 105	84	8
Oksø	0.5	+ 0.3	7	16	— 8	4	143	+ 73	+ 104	53	8
Dalen....	— 5.0	— 0.9	12	17	— 16	6	140	+ 85	+ 154	37	8
Kr.ania	— 5.0	— 0.6	7	18	— 19	11	98	+ 73	+ 292	18	30
Lillehammer	— 7.3	+ 0.6	3	17	— 20	12	48	+ 18	+ 60	8	1
Dovre....	— 6.8	+ 1.7	2	16	— 19	11	23	— 8	— 25	8	31

Fra
Lederen av de norske jordskjælvsundersøkelser.

Jeg tillater mig herved at rette en indtrængende anmodning til det interesserte publikum om at indsende beretninger om fremtidige norske jordskjælv. Det gjælder særlig at faa rede paa, naar jordskjælvet indtraf, hvorledes bevægelsen var, hvilke virkninger den hadde, i hvilken retning den forplantet sig, og hvorledes det ledsagende lydfænomen var. Enhver oplysning er imidlertid av værd, hvor ufuldstændig den end kan være. Fuldstændige spørsmaalslister til utfyldning sendes gratis ved henvendelse til Bergens Museums jordskjælvsstation. Dit kan ogsaa de utfyldte spørsmaalslister sendes portofrit.

Bergens Museums jordskjælvsstation i mai 1919.

Carl Fred. Kolderup.

Tilkjøps ønskes.

Et nyt eller brukt eksemplar av: **Nedbøriagttagelser i Norge**, utgit av Det norske meteorologiske institut, aarg. XVII, 1911, ønskes kjøpt.

Tilbud bedes sendt pr. brev eller brevkort til

Inspektøren for rendriften,
Landbruksdepartementet, Kristiania.

Verdenskrigen

maner os til at forøke vort lands dyrkede arealer, for om mulig at kunne brødføde os selv. Dette sker billigst ved *myrdyrkning*, og myreiere faar gratis veiledning i myrenes utnyttelse til *opdyrkning, torvstrø* eller *brændtorv* ved henvendelse til

Det Norske Myrselskap, Kristiania.

Myrselskapets medlemmer erholder tidsskriftet „Meddelelser fra Det Norske Myrselskap", som utkommer 6 gange aarlig, gratis tilsendt. Aarspenge 2 kr., livsvarig bidrag 30 kr. Prøvenummer av tidsskriftet sendes paa forlangende.

Dansk Kennelklub.

Aarskontingent 12 Kr. med Organ *Tidsskriftet Hunden* frit tilsendt.

Tidsskriftet Hunden.

Abonnem. alene 6 Kr. aarl.; Kundgjørelser opt. til billig Takst. Prøvehefte frit

Dansk Hundestambog. Aarlig Udstilling.

Stormgade 25. Aaben fra 10—2. Tlf. Byen 3475. København B.

Dansk ornithologisk Forenings Tidsskrift,

redigeret af Overlæge O. Helms, Nakkebøllefjord pr. Pejrup, udkommer aarligt med 4 illustrerede Hefter. Abonnementspris 5 Kr. Prøvehefte gratis.

Til abonnenterne.

Paa grund av de sterkt økede omkostninger ved utgivelsen maa abonnementsprisen for „Naturen" fra nytaar 1920 forhøies til kr. 10.00 pr. aar. Statsunderstøttede folkebiblioteker og skoleboksamlinger faar tidsskriftet som hittil for kr. 4.00 aarlig.

NATUREN

ILLUSTRERT MAANEDSSKRIFT FOR POPULÆR NATURVIDENSKAP

UTGIT AV BERGENS MUSEUM, REDIGERT AV PROF. JENS HOLMBOE MED BISTAND AV PROF. DR. AUG. BRINKMANN, PROF. DR. BJØRN HELLAND-HANSEN OG PROF. DR. CARL FRED. KOLDERUP.

JOHN GRIEGS FORLAG - BERGEN

Nr. 3—5 **44de aargang - 1920** **Mars—mai**

Smithsonian Institution
APR 18 1921
National Museum

INDHOLD

FRIDTJOF NANSEN: Robert Edvin Peary 65
GUNNAR ISACHSEN: Norske fangstmænds og videnskapsmænds indsats i utforskningen av Spitsbergen-øgruppen i nyere tid 68
W. WERENSKIOLD: Norsk kartlægning av Spitsbergen 85
JENS HOLMBOE: De svenske forskningsfærder til Spitsbergen 94
BJØRN HELLAND-HANSEN og FRIDTJOF NANSEN: Klimavekslinger og deres aarsaker .. 101
SVEIN ROSSELAND: Stjernehimlens store problemer 116
P. A. ØYEN: Vore arktiske planters geologiske forhold 137
JAN PETERSEN: Norsk industri i vikingetiden 145
SMAASTYKKER: P. A. Øyen: Lillestrømmens torvmyr. — Elias Mjaatveit: Eit underlegt ljossyn. — S. K. Selland: Um tannrot *(Dentaria bulbifera)* paa Vestlandet. — Jens Holmboe: Flere fund av mesterrot *(Imperatoria Ostruthium)* i Midthordland. — Ottar Aasness: Eiendommelige byggepladser for skjæren. — Kr. Irgens: Temperatur og nedbør i Norge 152

Pris 10 kr. pr. aar frit tilsendt **Pris 10 kr. pr. aar frit tilsendt**

Kommissionær
John Grieg
Bergen

Kommissionær
Lehmann & Stage
Kjøbenhavn

NATUREN

begyndte med januar 1920 sin 44de aargang (5te rækkes 4de aargang) og har saaledes naadd en alder som intet andet populært naturvidenskabelig tidsskrift i de nordiske lande.

NATUREN

bringer hver maaned et *rikt og alsidig læsestof*, hentet fra alle naturvidenskapernes fagomraader. De fleste artikler er rikt illustrert. Tidsskriftet vil til enhver tid søke at holde sin læsekreds underrettet om *naturvidenskapernes vigtigere fremskridt* og vil desuten efter evne bidra til at utbrede en større kundskap om og en bedre forstaaelse av *vort fædrelands rike og avvekslende natur.*

NATUREN

har til fremme av sin opgave sikret sig bistand av *talrike ansete medarbeidere* i de forskjellige deler av landet og bringer desuten jevnlig oversættelser og bearbeidelser efter de bedste utenlandske kilder.

NATUREN

har i en række av aar, som en anerkjendelse av sit almennyttige formaal, av Norges Storting mottat et aarlig statsbidrag som fra 1ste juli 1919 er forhøiet til kr. 2000.

NATUREN

burde kunne faa en endnu langt større utbredelse, end det hittil har hat. Der kræves *ingen særlige naturvidenskabelige forkundskaper* for at kunne læse dets artikler med fuldt utbytte. *Statsunderstøttede folkebiblioteker og skoleboksamlinger faar tidsskriftet for under halv pris (kr. 4.00 aarlig, frit tilsendt).* Ethvert bibliotek, selv det mindste, burde kunne avse dette beløp til naturvidenskabelig læsestof.

NATUREN

utgis av *Bergens Museum* og utkommer i kommission paa *John Griegs forlag;* det redigeres av professor *Jens Holmboe*, under medvirkning av en redaktionskomité, bestaaende av: prof. dr. *A. Brinkmann*, prof. dr. *B. Helland-Hansen* og prof. dr. *Carl Fred. Kolderup.*

Smithsonian Institution
APR 18 1921
National Museum.

Robert Edvin Peary.

Av **Fridtjof Nansen.**

Den 20. februar bragte telegrafen det sørgebud fra Washington at admiral Robert Peary er død.

Med ham er en av de dyktigste og mest energiske av alle tiders polar-reisende gått bort, og verden er blit en stor mann fattigere.

Peary var født i Pensylvania den 6. mai 1856. Han ble utdannet som ingeniør og fikk stilling som civil ingeniør i De Forenede Staters marine. Men denne løpebane brøt han tidlig av, for å ofre sig for polarreiser.

Første gang vi treffer på hans navn i de arktiske strøk er sommeren 1886 da han kom til Grønlann, og sammen med dansken Christian Maigaard, assistent ved den grønlanske handel, foretok en vandring in over inlans-isen fra Pakitsokfjorden (ved Diskobukten) på 69½° n. br. De Eskimoer med hunne-sleder han hadde leiet, sviktet i siste øieblik. Men den ukuelige Peary lot sig ikke stanse, de to menn foretok reisen alene og til fots og trakk hver sin slede. De trengte bortimot 150 km. in på isen og nådde en høide av omkring 2200 m.

I 1891—92 foretok Peary sin første større ekspedition til Nordgrønlann og overvintret ved Mc. Cormick-Bukten nær Smiths Sunn. Derfra gjorde han våren 1892, sammen med Eivind Astrup, en slede-reise med Eskimo-hunner mot nordøst over inlans-isen, og nådde den 4. juli en fjord på Grønlans helt ukjente nordøstligste kyst, på 81° 37′ n. br. I anledning dagen kalte han fjorden Independence Bay.

Ved denne ytterst merkelige reise fikk vi unnerretning om Grønlans østkyst mer enn fire breddegrader lenger nord enn den før var kjent, envidere bestemte han utstrekningen av den grønlanske inlans-is mot nord, og vi fikk verdifulle oplysninger om dennes høide-forholl i disse ukjente strøk.

Nordenfor så han et snebart lann, som han mente var adskilt fra Grønlann ved et strede. For noen år siden opdaget imidlertid Knud Rasmussen at dette strede ikke fins, og at det nordlige av Peary opdagede lann følgelig er lanfast med Grønlann.

Allerede neste år, 1893, er Peary igjen på vei til Grønlann. Denne gang var hans unge hustru også med. Han overvintret nu to år (1893—95) nær Smiths Sunn. Den første vinter fødte hans hustru en datter. Våren 1894 ble Pearys sledeferd nord over inlans-isen hindret av snestormer, og efter harde lidelser måtte han venne om. Neste år nådde han over inlans-isen til lannet ved Independence Bay, men gjorde få nye opdagelser av betydning.

Eivind Astrup gjorde samtidig en ekspedition sydover fra vinter-kvarteret og gjorde interessante unnersøkelser i Melville Bukten.

I 1896 og 1897 foretok Peary sommer-reiser til Nord-Grønlann, mest for å hente de svære jern-blokker han hadde funnet nær Kapp York og som han mente var meteoriter. Den største var på omkring 90 tons og med sin vanlige ukuelige energi lykkedes det ham å faa denne koloss ombord i skibet og bringe den til New York.

I det følgende år (1898) drar han igjen ut på en firårig ekspedition (1898—1902). På denne rakk han i 1900 runt Grønlans nordspiss. I 1902 gjorde han en reise mot Nordpolen nordover drivisen fra Grant Lann og nådde 84° 17′ n. br.

I 1905—1906 gjorde Peary et nytt forsøk på å nå Nordpolen, og drog ut med det nybyggede skib »Roosevelt«. I april 1906 nådde han nord over drivisen til 87° 6′ n. br.

I 1908—1909 gjorde han sin siste ekspedition, igjen med »Roosevelt«, og den 5. september 1909 kunde han fra Labrador telegrafere at han den 6. april hadde nådd Nordpolen. Han hadde også på ferden nord over drivisen gjort flere lodskudd som viste, at det var dypt hav i disse strøk.

Det kan vanskelig i den geografiske forsknings historie påvises sidestykke til den intense energi hvormed denne fremragende polar-reisende forfulgte det mål han hadde satt sig.

Det er særlig som slede-reisende at Peary har vært enestående. Han opfattet straks de store fordele som Eskimoenes hunne-kjørsel og deres reisemåter i det hele hadde for utforskningen av den ukjente isverden, og med merkelig dyktighet visste han å nytte ut Eskimoenes erfaringer.

Han fikk også i utstrakt grad Eskimoene selv til å delta i slede-ferderne. Han må ha hat en særegen evne til å ingyte dem tillid, så de fulgte ham.

Som de viktigste resultater av hans mange reiser, må nevnes utforskningen av de nordlige dele av Grønlann og dets inlans-is, opdagelsen av dets utstrekning mot nord, og hans bestemmelse av dets nordligste kyster, og så endelig hans gjentagne gjennemstreifning av drivis-strøket nord til Nordpolen fra Grant Lann og Grønlann.

Med disse strøk av vor jords overflate vil denne merkelige Amerikaners navn for altid være forbunnet.

Fremfor alt var han en m a n n. En vilje av stål, en leder av menn.

Lysaker, februar 1920.

Norske fangstmænds og videnskapsmænds indsats i utforskningen av Spitsbergen-øgruppen i nyere tid.

Av **Gunnar Isachsen.**

I vikingetiden og senere var nordmændene med om at hjemsøke fremmede lande, vestover, sydover og østover. Samtidig var de alene om paa opdagelse og fangst at beseile det nordlige Atlanterhav og Ishavet, fra Grønland og Amerika i vest til Hvitehavet og Novaja Semlja i øst, og nordover indtil drivisen. Med det kjendskap nordmændene saaledes fik til disse nordlige farvand og drivisen, som hist og her var avbrutt av øer og odder, var det naturlig, at de trodde der strakte sig mer eller mindre sammenhængende land fra det nuværende Grønland og over til Novaja Semlja. Denne landmasse var deres »Grønland«. Ned gjennem hele middelalderen og følgende aarhundreder var denne norske geografiske opfatning den gjældende. Den er os overlevert gjennem enkelte skrevne kilder og utenlandske kartarbeider, som dels støtter sig paa nævnte kilder, dels paa mundtlig overlevering.

Paa M e r c a t o r s polarkart av 1569, hvor den gamle forestilling om polarstrøkene er gjengit, ser vi, at den kvadrant vi her beskjæftiger os med, er tegnet anderledes end de tre øvrige. Disse er nemlig fremstillet ut fra en generel opfatning, mens det for »Europakvadranten«s vedkommende tydelig sees at der ligger opdagelser til grund. Vi ser angit land fra Grønlands østkyst, omtrent fra det nuværende Scoresby sund (Margaster) og østover. Nord for Norge gaar dette land ut i en spids svarende til sydspidsen

av Spitsbergen. Derpaa videre østover i en bred bue over til Novaja Semljas sydspids. At »landet« skulde ha denne begrænsning, vilde jo være rimelig at tænke sig, naar man kun kjendte landets og drivisens grænser og man desuten mente der igjen laa land bak drivisen. Ved den kritiske

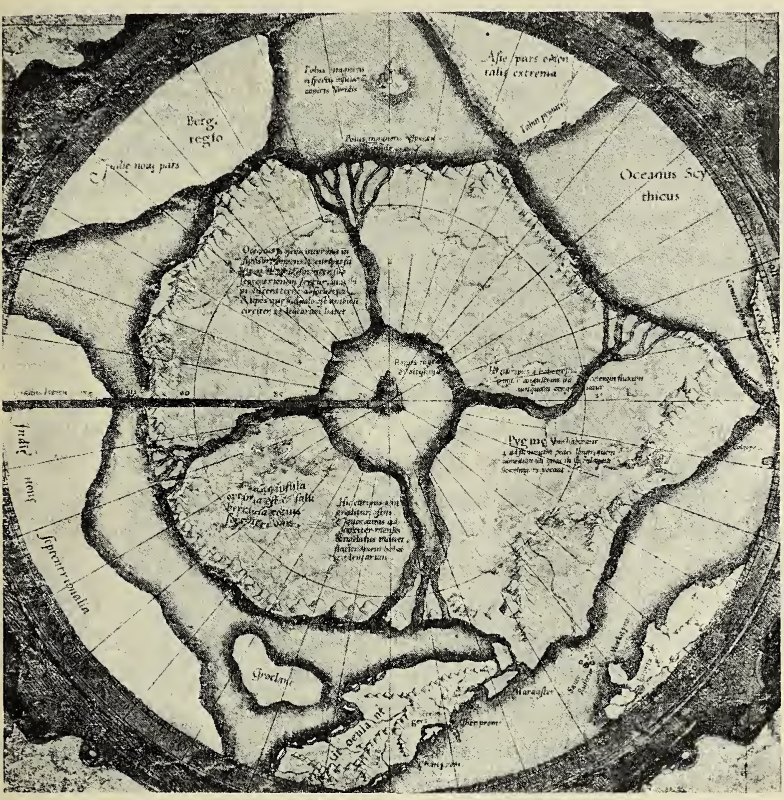


Fig. 1. Mercators polarkart 1569. (Formindsket).

undersøkelse av Mercators kart maa man ikke hefte sig ved at Fiskerhalvøen er lagt syd for Lofoten (Rustene — Røst), ti dette er paaviselig bevirket ved at karttegneren har misforstaat sine kilder, eller at disse er forvandlet ved mellemmænd. Vi skal dog ikke komme nærmere ind paa dette her.

Denne geografiske opfatning av Europakvadranten kan føres tilbake helt til det 11te aarhundrede, hvilket jo ikke motsies av det sandsynlige i, at det Svalbard som blev fundet

fra Island i 1194, var Spitsbergen, saaledes som fremholdt av nærværende forfatter i 1907.[1])

Selv om vi ikke visste det, maatte vi gaa ut fra at ovennævnte opfatning av Europakvadranten skrev sig fra nordmændene, ti som sagt, intet andet folk færdedes i de tider i disse farvand. Men Mercator anfører desuten selv paa sit kart at det for den væsentlige del er tegnet efter norsk kilde. Dette, som staar i overkanten av kartet, er ikke medtat paa reproduktionen.

Efter det anførte er det derfor høist sandsynlig at nordmændene har fundet Spitsbergen, likesaa vel som de øvrige land som laa omkring Det norske hav og Murmanshavet.

At vore geografiske opdagelser her nord har været saa litet kjendt, at disse land har maattet gjenoptages av andre nationer, kan for en del ha ligget i at baade vi selv og hanseatene, som behersket og formidlet vor handel fra det 14de til det 16de aarhundrede, hadde interesse av at beholde kjendskapet til Norden for sig selv.

Et godt skridt fremover i vort kjendskap til fordeling av land og vand i disse strøk blev tat ved Barents' reise 1596, hvilket vil sees av Barents' kart av 1598 og Hondius' kart av ca. 1605. Bjørnøya er placert, og Spitsbergen og Novaja Semlja synes utskilt av »Grønland«. Til trods herfor gjorde den gamle opfatning av »Grønland« sig gjældende i lange tider fremover, skjønt Barents selv paa sit kart, feilagtig og vistnok mot bedre vidende, hadde tegnet Spitsbergens kyst nord for Vogelhoek gaaende i nordostlig istedenfor i nordlig retning.

Paa Hondius' kart ser vi indtegnet, foruten det land som Willoughby feilagtig mente at ha opdaget, en del fabeløer. Kartets forfatter har sandsynligvis hørt saadanne omtale og anbragt dem paa et passende sted, noget vi ofte ser paa karter fra disse tider.

Tiden mellem det 14de og det 19de aarhundrede er Norges »mørke« tid. Dels levet vi vort nationale liv temmelig isolert, og hvad der er gaat ind i historien, er gaat under

---

[1]) Gunnar Isachsen, Om opdagelsen av Svalbard. Det norske geografiske Selskaps Aarbok 1906—07. Kristiania 1907.

dansk flag. Som følge derav er den nationalt norske indsats paa de forskjellige omraader vanskelig at skille ut. Nyere forskninger har dog vist at endog disse mørke aarhundreder har hat sine lyspunkter, og at de ikke har været saa mørke som vi tidligere var tilbøielig til at anse dem for. Vore

Fig. 2. Hondius' polarkart ca. 1605. (Formindsket).

fangstmænd og sjømænd færdedes i denne tid ikke bare i vore fjorder og kystfarvand, men de utgjorde ogsaa en stor del av besætningen paa den danske flaate, tildels ogsaa paa den hollandske, saavel i koffardifart —, til orlogs, som paa fangst. Fra at fange hval og sæl langs vore egne kyster, som nordmændene altid har gjort, var de ogsaa som de andre nationer med i hvalfangsten ved Spitsbergens kyster, som besætning paa danske og utenlandske fartøier, men ogsaa

med egne skibe. Da hvalbestanden avtok, la disse saakaldte grønlandske kompanier sig efter sælfangst.

Til at begynde med, efter 1750, var det sydligere byer, især Bergen, som drev denne fangst. Senere kom de nordligere byer efter, og i det 19de aarhundrede og senere har det

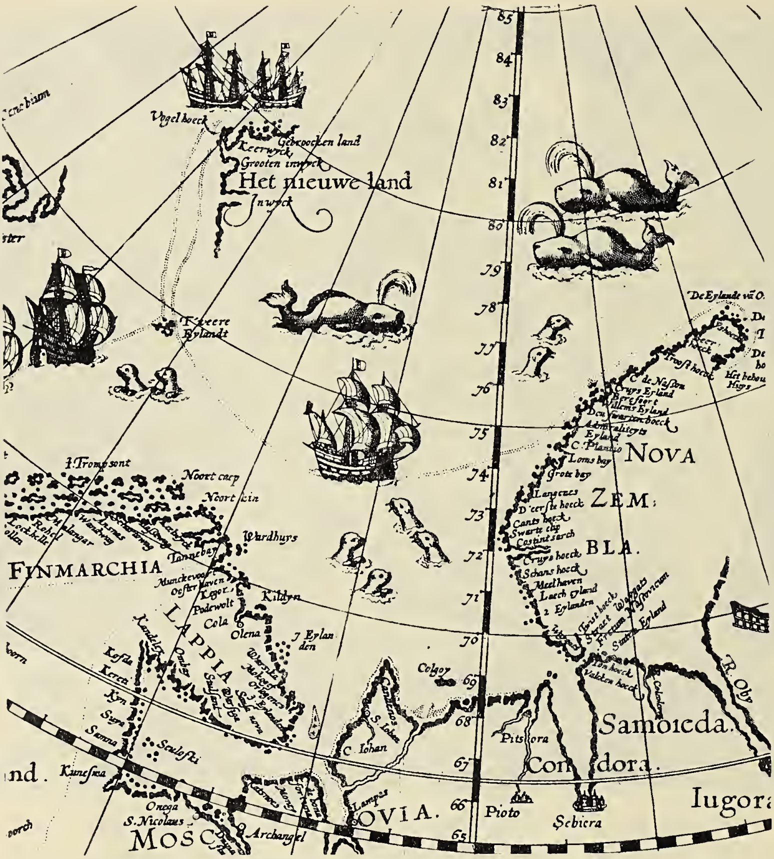


Fig. 3. Del av Barents' kart 1598. (Formindsket).

især været fra disse landsdeler at sælfangsten omkring Spitsbergen har været drevet.

Det geografiske resultat av de forskjellige nationers fangstfærder omkring Spitsbergen i det 17de og 18de aarhundrede vil fremgaa av Scoresbys kart av 1820. Dette resultat skyldes alle de der optrædende nationer, men især

engelskmændene og hollænderne. De sidste var desuten ogsaa dygtige karttegnere. I Holland utkom saaledes i det 17de og 18de aarhundrede ikke alene Spitsbergenkarter, men ogsaa de fleste Nord- og Østersjøkarter.

Det er dog først efter 1820 — efterat andre nationer hadde trukket sig tilbake fra Spitsbergen — at nordmændenes betydning for Spitsbergenkartet kan paavises. De begyndte nemlig først efter nævnte tidspunkt at indfinde sig i større og og større antal, dels paa fangstfærder om sommeren med smaafartøier, dels i partier for overvintring. Da disse fangstekspeditioner har været foretat med smaa midler — ellers vilde de ikke ha lønnet sig — har fartøierne været smaa, utrustningen daarlig, og det nautiske utstyr har som regel kun været et kompas. I det hele hjælpemidler som ikke har været saa svært meget bedre end de vore forfædre brukte i vikingetiden. Hardhauser har disse vore fangstfolk været, og et skippertak har de kunnet ta naar det har været nødvendig. I aarene utover til 1860 har vore fangstfolk ikke efterlatt sig stort om sit intime kjendskap til land og strand paa Spitsbergen. Det har som regel kun været de paabudte opgaver ved toldstedene om fangstens art og størrelse etc. Først efter nævnte tidspunkt indtraadte en forandring, idet vore fangstfolks interesse efterhaanden blev vakt for iagttagelser av geografisk værdi, dels som følge av samarbeide med videnskabelige ekspeditioner, der som regel blev foretat med norske fangstskuter, dels ved den opmerksomhet som blev vore fangstfolk til del fra videnskapsmænds og videnskabelige ekspeditioners side, norske som fremmede. At den lokale presse efterhaanden begyndte at indta beretninger om de mange eventyrlige fangstfærder, har ogsaa gjort sit til at vi nu kjender vort fangstliv fra de sidste 70 aar saavidt godt som vi gjør.

Med utgangspunkt i S c o r e s b y s kart av 1820, skal vi nedenfor i korthet se paa den betydning vore fangstmænd og videnskapsmænd har hat for opfatningen av Spitsbergens form paa kartene fra nævnte tidspunkt og til nu. Ved at sammenholde Scoresbys kart med det s v e n s k e k a r t a v 1 8 6 5, der er tegnet i Mercators projektion, ser vi, at vestkystens store fjorder, Isfjorden, Bell sund og Horn sund, i 1865 har faat en anden form end de hadde i 1820. Videre at

Wijde bay og Storfjorden har faat en anden form og retning, likesaa er Hinlopenstrædet og Nordostlandets nordkyst forandret. Vi lægger ogsaa merke til at hele øgruppen er flyttet østover. Alt dette er resultat av de svenske ekspeditioner

Fig. 4. Scoresbys kart 1820. (Formindsket).

av 1858, 1861 og 1864. Saavel Torells ekspeditioner av 1858 og 1861 som Nordenskiölds av 1864 foretokes med norske fangstskuter. Paa grund av det gode forhold mellem de svenske videnskapsmænd og de norske besætninger, er det vel ingen tvil om at vore fangstfolks intime kjendskap til

Spitsbergens kyster og fjorder har hat adskillig betydning for ekspeditionenes resultater, og da især de kartografiske.

Av norske videnskapsmænd som har arbeidet paa Spitsbergen, har vi i det 19de aarhundrede ikke hat mange. Den

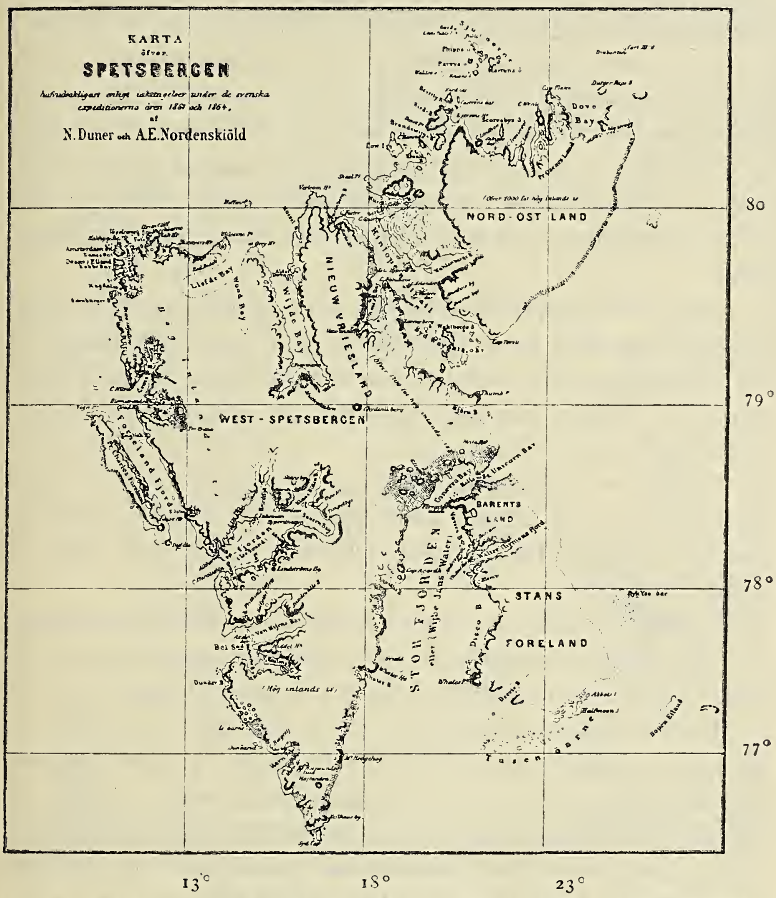


Fig. 5. Dunér og Nordenskiölds kart 1865. (Formindsket).

første var geologen prof. Keilhau, som i 1827 medfulgte en Hammerfestjagt til Bjørnøya og Spitsbergen. Denne tur gav imidlertid støtet til den svenske professor Lovéns reise til Spitsbergen i 1837, som blev foretat med Hammerfestskonneren »Enigheden«, skipper Peder Michelsen. Og det var videre paa Lovéns tilskyndelse at Torell gjorde sin ekspedition i 1858. Interessant er det ogsaa at bemerke at nævnte

skipper Michelsen, som omkring 1840 flyttet sydover til Stokke, i 1844 hadde den da 35-aarige skipper Svend Foyn med paa fangst som matros. Og denne tur var begyndelsen til Foyns og sydbyernes sælfangst, som dog blev drevet med større fartøier og paa andre fangstfelter end de vi her behandler.

Av norske fangstfærder som har hat sin betydning for Spitsbergenkartet i dette tidsrum, kan nævnes: Den første gjennemseiling av Thymenstrædet mellem Barents øy og Edge øy blev utført i 1847 av skipper E. Lund med sluppen »Antonette« av Hammerfest. Sluppen forliste straks efter paa østsiden av Barents øy, og folkene blev berget av en anden fangstskute.

Som det vil sees av Scoresbys kart, er den senere Barents øy tegnet landfast med Vest-Spitsbergen, og vestre indløp til det nuværende Heley sund peker mot Hinlopenstrædet. Dette sund blev første gang gjennemseilet av skipper Joh. Nilsen fra Tromsø i 1858.

I 1859 var skipperne Elling Carlsen og Sivert Tobiesen med briggen »Jan Mayn« av Tromsø opunder og paa sydsiden av den øgruppe som senere har faat navn av Kong Karls land.

I 1863 omseilte Elling Carlsen med »Jan Mayn« for første gang hele Spitsbergen og Nordostlandet fra vest mot øst. Carlsen saa derunder Kong Karls land fra nord.

I 1864 omseilte skipperne Tobiesen, Mattilas og Aastrøm Spitsbergen og Nordostlandet, men fartøierne blev ved Kap Mohn tat av isen. Besætningene rodde i baater op gjennem Hinlopenstrædet, langs Vest-Spitsbergens nordkyst og sydover paa vestkysten, hvor de ved mundingen av Isfjorden blev optat av Nordenskiölds ekspedition.

I 1865—66 overvintret Tobiesen paa Bjørnøya og utførte under overvintringen sammenhængende meteorologiske observationer, de første man har fra denne ø. De blev offentliggjort av Nordenskiöld i Kgl. Vet.-Ak. Handl. 1869.

Ved at sammenholde det svenske kart av 1865 med Isachsens oversigtskart av 1919 vil vi betragte de fangstfærder som har hat betydning for forandringen av Spitsbergenkartet i dette tidsrum.

I 1867 omseilte skipper N i l s R ø n n b e c k fra Hammerfest Vest-Spitsbergen og opdaget en øgruppe paa 79⁰ n. br. søndenfor Hinlopenstrædet. En del av disse øer heter nu Rønnbeckøyan.

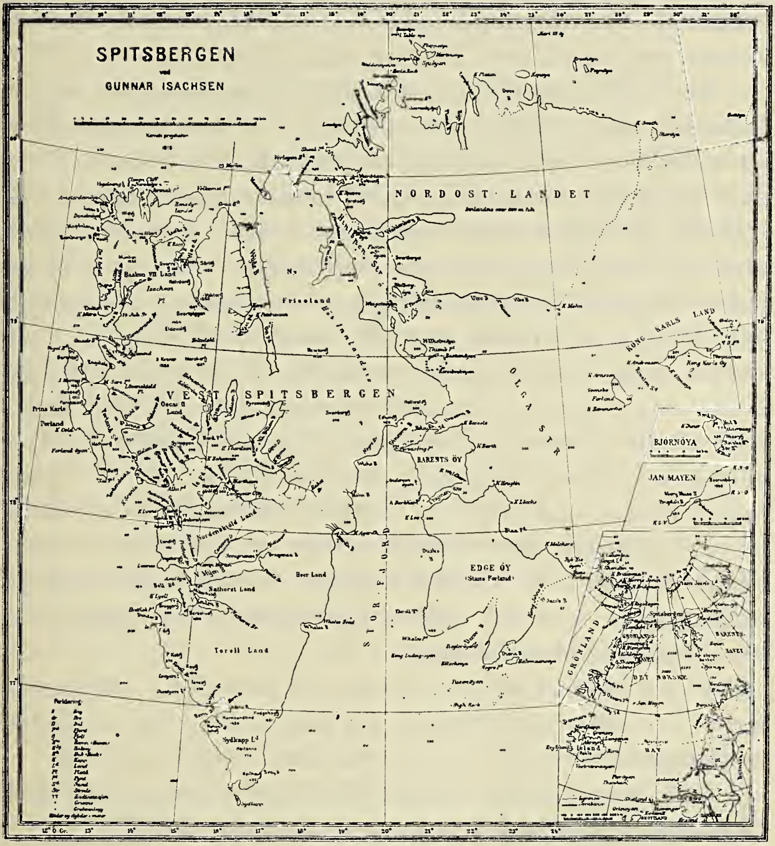


Fig. 6. I s a c h s e n s oversigtskart 1919. (Formindsket)

I 1871 var Tromsøskonneren »Samson«, skipper E r i k U l v e, leiet av englænderen B. L e i g h S m i t h. Paa denne reise, hvor de baade var paa syd- og nordsiden av Nordostlandet, opdaget de at dette land strakte sig hele 4 længdegrader længer østover end kartene angav. C a r l s e n og T o b i e s e n hadde tidligere ogsaa lagt merke til dette. Ulve og Smith opdaget desuten flere øer paa nordsiden av Nordostlandet.

I 1872 lykkedes det skipperne Altmann fra Hammerfest og Nils Johnsen fra Tromsø at naa det land, som var set paa østsiden av Spitsbergen av Carlsen i 1859 og 1863, av Tobiesen i 1864 og av Ulve og Smith i 1871, nemlig det nuværende Kong Karls land, som øgruppen blev kaldt av professor Mohn, der tegnet det første kart over den, efter de skisser som de nævnte skippere hadde hjembragt.

Var 1872 et aapent aar paa Spitsbergens østside, saa var forholdet det motsatte paa nordsiden, hvilket gjerne pleier være regelen. I begyndelsen av september blev baade Nordenskiölds ekspedition med 3 fartøier indestængt av isen i Mossel bay, og 6 norske fangstskuter med 58 mands besætning blev fast længer vest paa nordkysten. 2 av de vestligst indefrosne fartøier, som kom løs i en sydveststorm i november, kom tilbake til Tromsø med 39 mand, mens skipper Mattilas og hans kok, som ikke vilde forlate sit fartøi ved Grey hoek, døde i løpet av vinteren. 17 mand, som i oktober hadde rodd til det svenske hus ved Kap Thordsen i Isfjorden, døde allesammen utover vinteren, til trods for at de der hadde fundet rikelig med proviant. Indtil de døde, hadde de anstillet regelmæssige meteorologiske observationer, som er bearbeidet av Det norske meteorologiske Institut. De redningsekspeditioner som om høsten blev utsendt fra Norge efter disse folk, naadde ikke frem.

I 1876 opdaget skipper Johan Kjeldsen fra Tromsø Hvitøya, øst for Nordostlandet, det land som i 1707 var iagttat av hollænderen Giles, men som siden ingen hadde set.

I 1883 saa skipper G. A. Sørensen det samme land, likesaa skipper Edvard Johannesen i 1887.

I 1889 konstaterte skipper Hemming Andreasen at et bredt sund, som han efter sit fartøi kaldte Rivalen sund, skilte øen Det Svenske forland fra den østligere liggende del av Kong Karls land. Andreasens kart er det bedste kart over Det Svenske forland, indtil hele Kong Karls land blev kartlagt av Nathorsts svenske ekspedition i 1898.

I 1894 utførte Martin H. Ekroll det første fuldstændige sæt meteorologiske observationer for Øst-Spitsbergen, i Ekroll hamn paa vestsiden av Edge øy, likesom han ogsaa for en del berigtiget kartene i dette strøk.

I 1898 opdaget skipperne Johannes Nilsen og Ludvig Sebulonsen Victoriaøya mellem Hvitøya og Frans Josefs land.

Spitsbergen med Nordostlandet er i slutten av 1890-aarene omseilt av flere norske fangstskippere, og i 1898 likeledes av Nathorsts ekspedition med den tidligere norske sælfanger »Antarctic«.

I forbigaaende bør kanske her ogsaa bemerkes, at det er norske fangstfolk, som først brøt kul paa Spitsbergen for eksport og at det var paa foranledning av skipper Henrik Næss fra Tromsø at der i 1900 i Trondhjem dannedes det første selskap for kuldrift, fra leierne paa vestsiden av Advent bay. Det er dette selskap, som siden har vokset sig frem til det nuværende Store Norske Spitsbergen Kulkompani.

Norske fangstfartøier, norsk mandskap eller islodser og kjendtmænd har været leiet ikke bare av svenske, men ogsaa av andre utenlandske ekspeditioner.

Vore fangstmænd har jevnlig utført observationer av veir- og isforhold, og det er ved deres iagttagelser vi væsentlig har lært at kjende disse forhold i Nordishavet.

Oceanografiske observationer, især maaling av overflatevandets temperatur, er ogsaa utført av vore fangstmænd. Resultatene herav er for en del trykt i Bergens Museums Aarbok for 1901 og i Report on Norwegian Fishery and Marine Investigations, Bergen 1909.

Især i de sidste 25 aar har vi hat mange overvintringsekspeditioner paa Spitsbergen-øgruppen for fangst av ræv og bjørn. Disse ekspeditioner har, ved de regelmæssige meteorologiske observationer de har utført, bidrat meget til vort kjendskap til øgruppens klima.

Vore fangstmænd har været forløperne for de videnskabelige ekspeditioner, ikke alene for Spitsbergens, men ogsaa for de omgivende haves vedkommende, fra Grønland og til Sibirien.

Den norske Spitsbergen-forskning indledes ved fyrst Albert av Monacos hjælp av Isachsen med eks-

peditionene av 1906 og 1907. Planen for disse var en systematisk kartlægning og geologisk undersøkelse av Nordvest-Spitsbergen, fra nordkysten og sydover, altsaa ikke bare av de nærmest kystene liggende strøk, som man hittil paa Spitsbergen væsentlig hadde beskjæftiget sig med. Ekspeditionen talte ialt 8 mand, hvorav 3 topografer, 1 geolog, 1 læge samt 3 assistenter. Moderskib var fyrstens yacht »Princesse Alice«. Desuten hadde ekspeditionen leiet en fiskedamper »Kvedfjord«.

Ekspeditionen fortsatte sine arbeider i 1907 med 1 topograf, 1 geolog, 1 botaniker og 2 assistenter. Ogsaa dette aar hadde ekspeditionen damperen »Kvedfjord«.

Paa disse to ekspeditioner blev der kartlagt et omraade paa opimot 5000 km.^{2} land. Geologisk undersøkt blev omraadets nordlige del, likesaa traktene omkring Cross bay og kystomraadet ved De 7 isfjeld, omkring Kings bay og Wood bay, hvor der i devonformationen opdagedes en ny horisont med kjæmpemæssige panserfisker. Likesaa blev der indsamlet triasfossiler ved Kap Thordsen og utført bræundersøkelser. Resultatene er nedlagt i 5 bind i fyrst Alberts publikationer, Résultats des campagnes scientifiques.

Da Isachsen i 1905 omla sine polarplaner fra et andet felt og til Spitsbergen, var interessen for utforskningen av dette vort nærmeste arktiske land liten. Men takket være fyrst Albert av Monaco lykkedes det at faa dette arbeide i gang. Interessen blev imidlertid efterhaanden vakt ogsaa herhjemme, saaledes at det lykkedes at faa statens og privates støtte til en større toaarig ekspedition i 1909 og 1910. Ekspeditionens plan var at fortsætte de topografiske og geologiske arbeider fra 1906 og 1907 samt desuten at utføre hydrografiske og oceanografiske arbeider. I 1909 bestod ekspeditionen av 3 topografer, 2 geologer, 2 hydrografer samt 10 assistenter, ialt 17 mand. I 1910 av 4 topografer, 2 geologer, 2 hydrografer og 10 assistenter, tilsammen 18 mand. Begge aar stillet staten marinefartøiet »Farm« til disposition. I 1910 leiet ekspeditionen desuten en motorskøite.

Resultatet av ekspeditionene 1909 og 1910 var et kartlagt omraade paa over 5000 km.^{2} land, oplodning av Kings bay og Forlandssundet og av flere havner, nemlig Vulkan hamn,

Farms hamn, Ferrier hamn, Hecla hamn, Finnes hamn, Green Harbour samt Norskehamna paa Bjørnøya. Regelmæssige meteorologiske observationer blev utført ombord, likesom der blev gjort en række oceanografiske snit fra Bjørnøya og op til Spitsbergens nordvesthjørne. De geologiske arbeider viste at det undersøkte omraades geologi i mange henseender er anderledes end tidligere antat av svenske forskere. Om de geologiske samlinger, som blev git til Universitetet, uttaler professor J. Kiær paa foranledning av Det akademiske kollegium, at han »antar at de er de største samlinger som nogen arktisk ekspedition har medbragt«, og at »det indsamlede materiale ikke blot er overordentlig stort, men ogsaa særdeles værdifuldt i videnskabelig henseende«. Uten her at gaa nærmere ind paa de geologiske arbeider skal kun tilføies, at fundet av et vulkanomraade ved Bock bay og av søilelavaerne ved Wood bay ansees som den merkeligste geologiske opdagelse der er gjort paa Spitsbergen i den sidste menneskealder.

Av ekspeditionens resultater, som publiceres i Videnskapsselskapets skrifter, er bl. a. utkommet de topografiske arbeider i kartblade i 1 : 200 000 og med 50 meters ekvidistante kurver. Paa dette kart er ogsaa medtat hvad der blev maalt under ekspeditionene 1906 og 1907, ialt for de 4 aar et maalt omraade paa ca. 10 000 km.² land. Dette omfatter Nordvest-Spitsbergen nord for Isfjorden, Prins Karls forland medregnet, til en linje Grey hoek—Dickson bay i øst. Desuten et omraade syd for Isfjorden, mellem Green Harbour og Coles bay. De geologiske samlinger bearbeides saavel av norske som av fremmede specialister.

Den norske Spitsbergen-forskning er fortsat av Staxrud og Hoel. Kaptein Staxrud hadde deltat i ekspeditionene av 1906 og 1910, universitetsstipendiat Hoel i 1907, 1909 og 1910. Formaalet for disse ekspeditioner, 1911—1914, der har været støttet saavel av staten som av private, har foruten oplodning været topografiske og geologiske undersøkelser av traktene syd for Isfjorden.

I 1911 bestod ekspeditionen av 2 topografer, 2 geologer og 8 assistenter, i 1912 av 2 topografer, 1 geolog og 6 assisten-

ter. I 1913 1 topograf, ingeniør Koller, 3 geologer, 1 hydrograf og 4 assistenter, idet Staxrud dette aar ledet en undsætningsekspedition til Treurenberg bay efter den tyske Schröder-Stranz ekspedition. 1914 aars ekspedition talte 2 topografer, 2 geologer, 1 hydrograf og 4 assistenter.

Resultatene av disse 4 ekspeditioner var en detaljert kartlægning av et omraade paa ca. 2000 km.[2] land syd for Isfjorden samt et geologisk kart over den største del av dette omraade. Desuten blev Isfjordmundingen og kysten sydover mot Bell sund oploddet.

For at fortsætte utforskningen sydover paa Spitsbergen bevilget Stortinget i 1917 et aarlig bidrag i 5 aar til en av Hoel og Røvig ledet ekspedition. Kaptein Røvig hadde tidligere deltat i 1913 og 1914 aars ekspeditioner. 3 av de planlagte 5 ekspeditioner er nu utført.

I 1917 deltok 1 topograf, 3 geologer, 1 hydrograf og 8 assistenter, i 1918 4 topografer, 3 geologer, 1 hydrograf og 8 assistenter. I 1919 deltok 3 topografer, 2 geologer, 2 hydrografer og 10 assistenter. Blandt topografene var ingeniør Koller, som har deltat i Isachsens ekspeditioner av 1906, 1909 og 1910 og i alle senere her nævnte ekspeditioner. Ekspeditionene fra 1911 til 1918 utførtes med en motorskøite, men i 1919 med marinefartøiet »Farm«, hvis chef kaptein Hermansen hadde deltat i Isachsens ekspeditioner i 1909 og 1910. Desuten hadde ekspeditionen av 1919 en motorskøite.

Vore Spitsbergenekspeditioner har nu kartlagt detaljert og sammenhængende øen Prins Karls forland og det omraade av Vest-Spitsbergen som ligger vest for en linje Grey hoek—Sydkap, med hele dette omraades lange kyststrækning av bugter og store fjorde. Et saa omfattende og nøiagtig topografisk arbeide findes ikke over noget andet arktisk land. En stor del av dette omraade er geologisk undersøkt, og vort universitets samlinger fra Spitsbergen staar ikke tilbake for noget andet lands.

Foruten ovenævnte systematiske, statsunderstøttede ekspeditioner 1906—1919 har nordmænd ogsaa utført andre vigtige undersøkelser paa Spitsbergen.

Keilhaus reise i 1827 er nævnt ovenfor.

Sommeren 1896 foretok overlærer E. Jørgensen for Bergens museum værdifulde botaniske indsamlinger ved Advent Bay, Sassen Bay og Kap Thordsen og medbragte fra denne reise ogsaa en del fossiler.

Vinteren 1902—1903 hadde professor Birkelands ekspedition til undersøkelse av nordlysfænomenene den ene av sine 4 stationer paa Spitsbergen, nemlig paa Axeløya i Bell sund.

Gaardbruker og fisker Hans Larsen Norberg besøkte første gang Spitsbergen i 1900 for at anstille geologiske undersøkelser. Han overvintret der 1908—1909. I 1910 samlet han fossiler for Isachsens ekspedition. I 1911 fulgte han den svenske geolog Högboms ekspedition og i 1912 overlærer Carl Schulz, Trondhjem. I 1913, 1914 og 1915 samlet han for Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm. Han har gjort mange vakre fund, hvorav flere var nye for Spitsbergen og en del for videnskapen.

1907—1908 overvintret kaptein Hjalmar Johansen med den tyske journalist Th. Lerner paa Kap Boheman. Om vaaren gjorde de en slædetur over land til Liefdebay og Danskeøya.

I 1908 gjorde Hoel en tur til Isfjordstrakten, hvor der bl. a. indsamledes fossiler.

I 1908 utførte Hanna Resvoll-Holmsen, som var botaniker paa Isachsens ekspedition i 1907, atter en færd til Spitsbergen. Hun samlet et stort materiale fra mange lokaliteter, fra Cross bay til Isfjorden.

I 1909 ledet cand. real. Gunnar Holmsen, som i 1908 hadde deltat i Hoels ekspedition, en geologisk ekspedition til halvøen mellem Bell sund og Isfjorden.

Ogsaa i 1912 gjorde Holmsen en ekspedition til Isfjorden, bl. a. for at studere jordbundsisen ved Coles bay.

I 1912 gjorde overlærer Carl Schulz en tur til Isfjorden for indsamling av fossiler til Det Kgl. Norske Videnskabers Selskap, Trondhjem.

I anledning av grubedriften har desuten flere ingeniører og geologer for norske selskapers regning utført mange under-

søkelser av geologisk interesse samt kartarbeider og oplodninger saavel paa Spitsbergen som paa Bjørnøya.

Ikke alene selve Spitsbergen-øgruppen — politisk set alle øer mellem 74° og 81° n. br. og mellem 10° og 35° o. l. Gr. — men ogsaa havet omkring den har fra norsk side været gjenstand for videnskabelige undersøkelser.

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878 bekostedes av den norske stat. Ekspeditionens opgave var at utforske Det norske hav. Foruten lederne, professorene Mohn og G. O. Sars, deltok overlæge Danielssen, zoologen H. Friele, kemikerne H. Tornøe og L. Schmelck samt kapteinene C. F. Wille og J. Grieg. Ekspeditionen, som utførtes med dampskibet »Vøringen«, besøkte Bjørnøya og flere havner paa vestkysten av Spitsbergen.

Sommeren 1900 utrustet den norske stat med dampskibet »Michael Sars« en oceanografisk ekspedition, som anstillet undersøkelser under Island, Jan Mayen, Lofoten og omkring Bjørnøya. Foruten lederen, dr. Hjort, deltok Nansen, Helland-Hansen, H. H. Gran og A. Wollebæk.

Ogsaa senere har staten bekostet flere oceanografiske ekspeditioner, som har arbeidet i Det norske hav.

Sommeren 1901 gjorde Roald Amundsen et oceanografisk togt med »Gjøa«. Han arbeidet saavel i Barentshavet som i havet mellem Spitsbergen, Grønland og Jan Mayen.

De oceanografiske arbeider under Isachsens ekspedition 1910 er nævnt ovenfor.

I 1912 gjorde Nansen et oceanografisk togt med »Veslemøy« til vest- og nordkysten av Spitsbergen.

Til ovenstaaende maa desuten føies at flere norske videnskapsmænd har deltat i utenlandske ekspeditioner til Spitsbergen, likesom de ogsaa har bearbeidet materiale som har været indsamlet paa utenlandske ekspeditioner til øgruppen.

I 1911 anla den norske stat radiostationen og en meteorologisk station ved Green Harbour. Siden 1916 utføres der

ogsaa meteorologiske observationer ved A/S Store Norske Spitsbergen Kulkompanis anlæg ved Advent bay, hvor ogsaa nævnte selskap har oprettet en radiostation.

I 1918 oprettet Det geofysiske institut paa Tromsø en geofysisk station paa Bjørnøya, og i 1920 vil en lignende bli oprettet paa Spitsbergen.

Bjørnøen radio begyndte sin virksomhet i december 1919.

Av denne korte fremstilling vil det fremgaa at det er en stor og betydningsfuld indsats som er gjort av norske fangstmænd og videnskapsmænd for utforskningen av Spitsbergenøgruppen og de omliggende havomraader. Og de opnaadde resultater er saa store, at man skulde anse sig berettiget til at uttale at ingen anden nation kan opvise dem større.

Overflødig turde det være at tilføie, at uten vor systematiske Spitsbergen-forskning fra 1906 av hadde Spitsbergen sikkerlig nu ikke været norsk land.

Norsk kartlægning av Spitsbergen.

Av W. Werenskiold.

En væsentlig del av det norske arbeide med Spitsbergens utforskning bestaar i kartlægning. Et godt topografisk kart er jo et nødvendig grundlag for videre undersøkelser; en geolog kan ikke arbeide systematisk uten et godt kartgrundlag, for at nævne ett eksempel.

Opmaalingen tok sin egentlige begyndelse ved Isachsens ekspedition 1906 og 1907, som var utrustet av fyrsten av Monaco, men allerede i 1878 blev Advent Bay i Isfjorden kartlagt av kapteinene C. F. Wille og J. Grieg og professor H. Mohn paa Den Norske Nordhavsekspedition. Dette specialkart er meget godt, men saa blev der ikke maalt mere av nordmænd paa Spitsbergen før i 1906. Efter den tid er der hvert eneste aar blit maalt op større og mindre omraader av Spitsbergens vestkyst.

Et kartlægningsarbeide i et land som Spitsbergen blir noget for sig selv; forholdene er saapas forskjellige fra dem vi er vant til her i landet at metoderne og hele arbeidets anlæg maa specielt tilpasses. Jeg skal nævne litt om de enkelte sider av arbeidet.

Grundlaget for den topografiske opmaaling er bestemmelse av længden av en b a s i s. For at faa en god basismaaling maa man ha flatt, jevnt og tørt land med god grund, saa staker og stativer kan staa støtt. Langs Spitsbergens kyster er der en utbredt strandslette som ogsaa gaar ind i de større fjorder; den er undertiden flere kilometer bred. Man kan saaledes faa flatt land nok, men saa er sletten for det meste fuld av grunde tjern, aaer og gjørme, og i den bløte grund er det vanskelig at faa signaler og teodolit-ben til at staa stille. Men man har allikevel faat maalt basis mange steder, med forskjellig nøiagtighet alt efter fordringene.

Basis for maalingene i 1906 og 1907 er i Cross Bay, den blev maalt av K o l l e r og S t a x r u d. Meget mere nøiagtig blev basis maalt paa I s a c h s e n s ekspedition i 1909, paa Prince Charles Foreland, og paa Rensdyrlandet. En kontrolbasis blev maalt i Dickson Bay. Alle disse steder ligger i landet nord for Isfjorden og de nævnte basiser tjener som grundlag for I s a c h s e n s kart.

I landet mellem Isfjorden og Bellsund blev der maalt en basis av K o l l e r og S t a x r u d i 1912. Den er utgangspunkt for kartet over halvøen mellem Isfjorden og Bellsund.

I 1918 blev kartlægningen gjenoptat med stor kraft. Der blev da maalt basis paa to steder, paa sydsiden av Hornsund, i Goës Bay, og paa sydsiden av Bellsund, i Recherche Bay.

Basismaalingene er foretat med J ä d e r i n s streng, som er gjort av invar, en legering av nikkel og jern, som omtrent ikke forandrer længde med temperaturen.

Ved de senere basismaalinger har nøiagtigheten været ca. 1 mm. pr. km., eller en milliontedel av distansen.

Efter at basis er maalt er det næste skridt at maale en mængde med sigtevinkler til stadig fjernere punkter, først fra basispunktene, saa i nærliggende hjælpepunkter, saa oppe

paa fjeldtoppene. I et tilgjængelig land sender man først ut vardebyggere saa man kan faa fremsigt til nye topper, og faa maalt alle tre vinkler i trianglerne. I et nyt og ukjendt land som Spitsbergens indre blir dette somoftest umulig, man har hverken tid eller anledning til det, og saa maa man sætte op varderne paa samme tur som maalingene skal gjøres. Paa den maate faar man forholdsvis faa fremsigt, og man maa bruke tilbakeskjæring, en metode som fører til omstændelige beregninger. Naar der er flere topografiske partier i arbeide samtidig, vil disse kunne støtte hverandre i arbeidet, idet man da faar flere gjensidige sigt, og ofte hænder det at man faar se folk og instrumenter paa en fjeldtop langt borte, naar man leter i kikkerten efter nye varder. Slike fremsigt letter beregningene meget, fordi man da bare bruker den enkleste av triangelsatsene, sinusproportionen.

I de to sidste aar har der stadig været flere maalere i virksomhet samtidig, og der er blit god kontrol paa maalingene. Vi har ogsaa kommet i fast forbindelse med punkter i det russiske triangelnet fra den svensk-russiske gradmaalings-ekspedition 1898—1901.

Det norske triangelnet strækker sig nu sammenhængende fra Sydkap i et belte paa flere mils bredde langs vestkysten og helt nord til Rensdyrlandet paa nordkysten.

Det kan ikke nytte at drage med sig store og tunge instrumenter paa disse ekspeditioner, og vi bruker nogen lette smaa teodoliter fra Baalsrud. som har vist sig bra til vort arbeide. Diameteren av horisontalcirklen er 12 cm., av vertikalcirklen 9 cm. Vegten av instrumentet med kasse er 7.7 kilo, av foten 4.9. Disse tal gjælder de mindste instrumenter; der er ogsaa nogen større i bruk.

Beregningene av de trigonometriske punkter har været et vidtløftig arbeide; det har været besørget av Koller og Staxrud, senere Koller og Solheim. Selve sakens natur har ført til at man har maattet prøve sig frem med beregningene og foreta gjentagne revisioner, idet de almindelige utjevningsmetoder vanskelig har kunnet brukes. Man er i almindelighet fornøiet naar et sigt stemmer paa 0.003. Cirklen deles paa landmaalerinstrumenter i 400 grader, saa en vinkel paa 0.003 blir svarende til en avvikelse paa 5 cm.

pr. km. Men idet man tar middel av flere sigt blir sikkerheten i de enkelte punkters position større; den midlere feil i koordinater for de trigonometriske punkter er efter prøver jeg har foretat gjennemgaaende mindre end 1 meter. Paa et kart i maalestok 1 : 100,000 blir dette 1/100 mm., altsaa ganske umerkelig.

Selvfølgelig kan feilene paa hele avstanden fra Sydkap til Rensdyrlandet summere sig sammen til adskillig større beløp.

Terrænmaaling tar lang tid til arbeide i marken, og efter almindelige metoder vilde man aldrig bli færdig paa Spitsbergen, hvor man har saa liten tid til disposition. Især ute paa vestkysten er der meget taake og styggveir ogsaa, saa det gjælder at faa benytte de faa klare dager man har. Istedenfor at staa ute og maale alle detaljer tar vi derfor fotografier av utsigtene fra fjeldtoppene: naar man har et slikt billede, saa har man jo i virkeligheten fæstnet de punkter man vil bestemme. Kjender man linsens brændvidde og er midtlinjen paa billedet bestemt, saa kan alle andre vinkler tages ut av billedet ved simpel maaling. Forutsætningen er at apparatet har været horisontalt opstillet. Til at begynde med blev en metode benyttet som var anbefalt av De Geer. Fotografiapparatet blev da sat paa et maalebord og billedserien orientert paa det vis at man sørget for at faa samme markante punkt ind paa de to hinanden følgende billeder, ved hjælp av matskiven. Konstruktionene blev saa gjort grafisk. Denne fremgangsmaate er litet nøiagtig og blev snart forlatt. Ifra 1909 bruker man en anordning som blev utarbeidet av Koller. Paa teodoliten skrues fast en stol, som fotografiapparatet kan sættes oppaa, saa det blir horisontalt naar kikkertens libelle spiller ind, og desuten maa det hele veie jevnt, for at der ikke skal bli for sterke paakjendinger paa instrumentets skruer og lagere. Naar plater skal skiftes, løftes apparatet forsigtig av og sættes like forsigtig paa igjen. Paa denne vis kan fotografierne orienteres nøiagtig i overensstemmelse med de trigonometriske maalinger. Horisonten rundt gaar i almindelighet 9 billeder; det første billede tages da mot en fjeldtop med varde som man

vælger til utgangspunkt, 0.00, det næste tages under vinklen 44.44, saa 88.89, o. s. v. hele horisonten rundt.

Paa billederne synes nogen knotter som markerer horisont og midtlinje. Har man nu fotografert samme fjeld fra flere sider, og standpunktene og retningene er beregnet, saa kan man ta ut grafisk saa mange punkter man vil, smaatopper, snefonner o. s. v. og konstruere op hele terrænet. Alle elver, vand, bugter og odder kan tegnes op efter fotografier.

Selve kystkonturen er for en stor del tat ved direkte depressioner fra fjeld nær kysten, hvis høide er kjendt. I almindelighet er der ingen mangel paa fjeldtopper langs kysten, men enkelte steder er lavlandene saa brede at vertikalvinklen blir for liten. Da maa man stangmaale. Lange strækninger av Forlandet og Lavnesset er maalt paa denne maate, likesaa Sydkapøen. Enkelte steder er der ogsaa tat detaljerte karter med stang (tachymeter) hvor der var særlige grunder for en maaling i større maalestok, merkelige geologiske forhold og lignende.

Paa de norske ekspeditioner har der været tat et stort antal fotografier, 10 000 mindst, og det har været et svært arbeide at faa utnyttet disse til det topografiske kart. Det er Koller som har staat i spidsen for dette arbeide. I tidens løp har han fundet paa flere praktiske forbedringer av de grafiske metoder.

Foruten kartet over Advent Bay, som findes i Nordhavsekspeditionens beretning, er der trykt følgende karter:

1. Kart over Nordvest-Spitsbergen, av Isachsen, efter maalinger paa Monaco-ekspeditionen 1906 og 1907. Navnene er som rimelig kan være paa fransk. Maalestokken er: 1 : 100 000, med høidekoter for 50 m. Kartet ser meget flot ut, med skraabelysning av blaa bræer og brunt land. Det rækker fra Danskøen til Prince Charles Foreland.

2. Sjøkart over strækningen Forlandssundet — Magdalena Bay, samme maalestok, fransk tekst.

3. Kart over Nordvest-Spitsbergen fra Isfjorden til havet i nord, og til Wood Bay i øst, opmaalt paa Isachsens ekspedition 1909 og 1910. Maalestokken er 1 : 200 000, med 50-meter koter, blaa paa bræer, brune paa land. Navnene er paa fransk, hvilket kanske er unødvendig paa et norsk kart.

4. Sjøkart over Forlandssundet og en række havner.

5. Kart over Green Harbour, maalestok 1 : 100 000, utstyr som nr. 3.

Endvidere er det topografiske kart tegnet færdig over hele halvøen mellem Isfjorden og Bellsund helt til De Geers Dal og Braganza Bay; der er enkelte huller, særlig i øst, men det aller meste kan trykkes saa snart raad er.

Landet syd for Bellsund blev opmaalt 1918 og 1919, kystkonturer er tegnet og en række topper avsat til bruk for sjømaalerne; dette manuskriptkart rækker til et stykke syd for Hornsund. De trigonometriske punkter i landet syd for Hornsund er færdigberegnet, og kystkonturene vil snart være optrukket helt til Sydkap og Keilhaus Fjell. Snart foreligger der altsaa sammenhængende norsk kart over hele vestkysten av Spitsbergen fra Sydkap og til Rensdyrlandet, i en bredde av flere mil.

Dette kartverk vil bli et enestaaende arbeide blandt karter fra arktiske strøk, og bare et sligt resultat vil vidne om nordmændenes indsats paa Spitsbergen. Æren tilkommer de norske Spitsbergenekspeditioner, som har været ledet først av Isachsen, senere av Hoel, tildels i samarbeide med Staxrud, og for sjømaalingenes vedkommende Hermansen og Røvig. Blandt disse indtar Hoel en særstilling: i 1919 var det den trettende sommer han tilbragte paa Spitsbergen, og han har derfor et enestaaende kjendskap til landet. Uten hans iver og interesse for Spitsbergens videnskabelige utforskning var man nok ikke kommet saapas langt ivei som man er.

Saa bør ogsaa ingeniør Koller nævnes: han har utført de fleste observationer og beregninger og konstruktioner for kartet, og vistnok besteget flere jomfruelige topper end noget andet menneske.

Storfjorden er kartlagt av russerne, og Hinlopen Strædet av svenskerne, og saaledes er hele Vestspitsbergens kystland opmaalt. Det svenske kart kommer snart ut, men hvorledes det gaar med russernes er ikke godt at vite, der er jo gaat 20 aar siden maalingene blev gjort, og i de sidste aar har de hat andet at tænke paa end Spitsbergens topografi. Der staar igjen et stykke av nordkystens fjorder; den 10 mil lange fjord Wijde Bay er ikke maalt.

Det er kyststrøkene som har mest praktisk interesse, inde i landet er der jo mest sne og is. En nøiagtig opmaaling av kystlandet er ogsaa et nødvendig grundlag for sjømaalin-

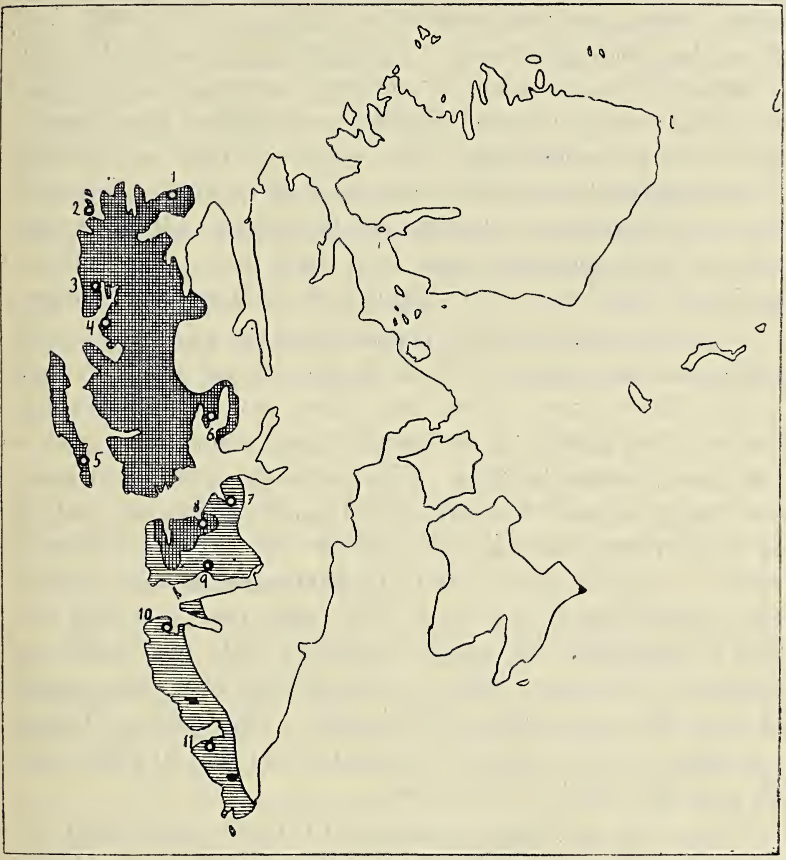


Fig. 1. Norsk kartlægning av Spitsbergen.
Enkel skraffering: maalt og delvis færdigtegnet.
Dobbelt skraffering: publicerte karter.
Steder hvor basis er maalt: 1. Rensdyrlandet; 2. Amsterdamøya; 3. Cross Bay; 4. Cross Bay; 5. Forlandet; 6. Dickson Bay; 7. Advent Bay; 8. Coles Bay; 9. Stordalen; 10. Recherche Bay; 11. Goës Bay.

gen. Kysten er i stor utstrækning blit hydrografert og slaggrundlinje gaat op fra Forlandssundet og helt syd til Hornsund, og et stykke indover i Isfjorden og Bellsund. Maalin-

gene er gjort av sjøofficerene Hermansen, Pettersen-Hansen (Jørgen), Røvig og Hovdenak.

Inde i fjordene er der endnu meget at gjøre baade tillands og tilvands. Men med de karter som foreligger fra svensk side, over Isfjorden (De Geer, 1 : 300 000), Van Mijen Bay (Kjellström, 1 : 200 000) og Van Keulen Bay i Bellsund (Hamberg, 1 : 100 000) har man nu materiale til at faa istand et fuldt brukbart oversigtskart over størstedelen av Vestspitsbergen. Der blev ifjor utgit et foreløbig overseilingskart til bruk for de fangstfolk og kuldampere som farer paa Spitsbergen, og dette vil efterhaanden bli ført à jour. Saa bør man ogsaa saa snart som mulig faa et oversigtskart over hele Spitsbergen, i to utgaver, et landkart og et sjøkart.

Selve landmaalerlivet i praksis arter sig ganske eiendommelig paa Spitsbergen. Det er jo lyst nat og dag, og er det godveir flere dager i træk, saa sliter man sig næsten fordærvet. Det gjælder jo at benytte tiden, det er ikke godt at vite naar skodden kommer. Topografen har med sig to mand som bærer apparatet og instrumentet, selv bærer han stativet og en skræppe med mat. Saa gjælder det at klyve i timevis, mest i ur, men ogsaa i bratte berghammere og over snefonner, op paa toppen som er ca. 700 meter høi. Her skal han staa i kuldegrader og vind og maale og fikle med skruer til fingrene er følesløse. Ofte er der saa liten plads paa toppen at man ikke kan gaa rundt apparatet. Saa skal der bygges en varde, jeg pleier at lage den 1.80 m. høi og 1.20 i diameter, da gaar der med ca. 4 ton sten.

Man faa da lægge kræftene til hvis varden skal bli færdig paa nogenlunde tid, men saa maa den ogsaa bygges solid, saa den ikke rugger paa sig, for ellers kan man resikere at den blaaser ned temmelig snart. I civiliserte land sendes først vardebyggere avsted, saa kommer maalerne efterpaa; paa Spitsbergen maa maalerne være graastensmurere ogsaa. Det er forresten et bra arbeide naar man er stivfrossen efter maalingen.

Nedover bakke gaar det fort — Spitsbergenkarene utvikler snart en egen teknik med at springe nedover de smaastenede urer — eller ogsaa sklier vi paa fonner. Naar en saa kommer ned til teltet efter en slik tur, kan det hænde der

sættes rekorder i matfatet. Men er det styggveir, blir man liggende i dagevis i soveposen, og gaar ikke ut mere end hoist nødvendig — det har man ingen opfordring til. Tiden fordrives med kortspil, sang og æting, naar man ikke er god for at sove mer. Har man ligget slik i 3—4 dager, saa merker man jo at ryggen blir stiv og humøret daarligere. Men maten synes at smake likegodt. Disse styggveirsperioder er naturligvis værst inde paa bræerne, der er man avskaaret fra at gaa længere fra teltet end man ser det, og det er bare et par meter. De som ligger ved kysten kan jo altid ta sig nogen smaa turer, og saa findes der i almindelighet endel ræksteved, saa vi kan faa gjort op baal og tørke klær.

Man kunde tro at det ikke var nogen videre sak at reise paa »ekspedition« til Spitsbergen nu — der gaar jo stadig kuldampere hele sommeren igjennem. Men disse baater gaar bare til Kings Bay, Advent Bay og Green Harbour i Isfjorden og til Bellsund.

Skal man andetsteds hen, saa maa man ha et eget fartøi — distanserne er drøie. De som skal arbeide inde i landet maa drage avgaarde med ski og kjælker. Nogen ganger har de brukt hunder, men det har sine mørke sider: det er et evig plunder med de uopdragne, halvvilde bikkjer.

En brætur kan være fin i godt føre og pent veir, men det er et fælt slit at trække slæder paa 2—300 kilo i dyp slaskesne opover bakke saa langt en kan øine — og værst er det at ligge i teltet og tine sig ned i sneen saa der staar en halv tomme vand over teltgulvet. Under disse omstændigheter var det at franskmanden doktor F. Loüet, sittende vaat og frossen i en krok av teltet paa femte dagen, kom med det historiske utbrud: Quelle vie, quel existence! Primusen er da den eneste trøst.

De som drager langs kysten kan ha bedre nytte av ekspeditionens skøite, men de maa ofte ro lange turer. Selv har jeg to ganger rodd fra Isbjørnhavna i Hornsund til Recherche Bay i Bellsund, ca. 100 km. Det er jo i og for sig ikke saa fælt langt, men kysten er aapen og ubeskyttet og ukjendt, med braatt og baaer i massevis, og praktisk talt uten havner. Tidevandet er næsten 2 meter, og baater og alt pargas maa trækkes op flofrit, hver gang man skifter leir. Og bagagen

minker aldrig: eftersom vi spiser op maten, fyldes kasserne med sten — bergarter og fossiler. Det er geologens lod. Er der dønning, blir man pent nødt til at holde sig der man er, hvis det ikke er absolut nødvendig at komme avgaarde; jeg har etpar ganger hat den fornøielse at staa i vand til livet og har maattet bruke min ytterste magt for at holde baaten ret i brændingen, mens de andre vasset frem og tilbake med sakerne. Det blir slitsomt i længden, men har man klær til skift, saa er snart den sorg glemt. Forkjølelse og slikt noget eksisterer ikke i teltet.

Ombord paa skøiten har man det ikke altid saa rummelig, og man maa reducere sine fordringer til komfort. De fleste synes det er bedst at komme paa land og slaa op teltet og være fri og uavhængige. Pladsen er ikke stor: 2 × 2 meter, men der er god plads til 3 og gaar godt an til 4. Naar veiret ikke er altfor fælt, saa har man det bra. Av og til naar det sner og blaaser, saa væten slaar gjennem duken, og der staar dammer paa uventede steder inde paa gulvet, kan man nok synes det ser ilde ut, og det hænder man ønsker sig i »eit varmare land«. Jeg fantaserte nu mest om en stor rød fluesop paa en sætervold i granskogen, længer syd gik ikke mine ønsker.

Men allikevel, selv om man sliter aldrig saa meget vondt, saa tænker vi nu allesammen, at de dager vi har hat paa det kalde og ødslige land der nord, de har nu igrunden været saare bra, og ikke angrer vi paa at vi har været der.

De svenske forskningsfærder til Spitsbergen.

Av Jens Holmboe.

I denne tid da Norges suverænitet over Spitsbergen med Bjørneøen netop er blit internationalt anerkjendt, er der al opfordring for os nordmænd til med tak at mindes den betydningsfulde indsats svenske forskere har gjort til utforskningen av vor nye besiddelse der oppe i Ishavet.

Paa mange forskjellige omraader har svenskernes undersøkelser paa Spitsbergen været av grundlæggende natur, og

der er gjennem disse undersøkelser opnaadd talrike resultater av stor generel betydning. Mange av Sveriges bedst kjendte navne paa naturvidenskapens omraade er knyttet til den svenske Spitsberg-forsknings historie. Store økonomiske ofre er i tidens løp ydet av svenske offentlige midler og av private mæcenater til utforskningen av Spitsbergens natur og til bearbeidelsen og publikationen av det hjemførte videnskabelige materiale.

De svenske forskningsfærder til Spitsbergen falder inden et tidsrum av mere end 160 aar, idet de tok sin begyndelse i aaret 1758. Den langt overveiende del av dem tilhører dog det sidste halve aarhundrede.[1]) Ialt kan man regne mindst 36 svenske videnskabelige ekspeditioner til Spitsbergen (med Bjørneøen), nemlig:

1. A. R. Martin 1758.
2. Sven Lovén 1837.
3. O. Torell 1858.
4. O. Torell 1861.
5. A. E. Nordenskiöld og N. Dunér 1864.
6. A. E. Nordenskiöld 1868.
7. A. G. Nathorst og Hj. Wilander 1870.
8. P. Öberg 1872.
9. A. E. Nordenskiöld 1872—1873. Overvintrings-ekspedition.
10. A. G. Nathorst og G. De Geer 1882.
11. N. Ekholm 1882—1883. Overvintrings-ekspedition.
12. G. Nordenskiöld 1890.
13. A. Hamberg 1892.
14. S. A. Andrée, S. Arrhenius m. fl. 1896.
15. G. De Geer 1896.
16. S. A. Andrée 1897.
17. O. Ekstam 1897.
18. A. G. Nathorst 1898.

---

[1]) En værdifuld oversigt over svenskernes videnskabelige arbeide paa Spitsbergen i de 150 aar 1758—1908 er git i »Ymer« 1909 av A. G. Nathorst. Hertil slutter sig en bibliografi over den svenske Spitsberg-literatur av J. M. Hulth og en kartfortegnelse av G. De Geer. Disse arbeider har været mig til stor nytte ved utarbeidelsen av denne lille opsats.

19. E. Jäderin 1898.
20. J. G. Andersson 1899. (Til Bjørneøen).
21. E. Jäderin 1899—1900. Overvintrings-ekspedition.
22. G. De Geer 1899.
23. F. Engström m. fl. 1900.
24. G. Kolthoff 1900.
25. G. De Geer 1901.
26. T. Rubin 1902.
27. G. De Geer 1908.
28. B. Högbom 1909.
29. G. De Geer 1910. (Ekskursion i forbindelse med den 11te internationale geolog-kongres i Stockholm).
30. B. Högbom 1910.
31. B. Högbom 1911.
32. Erik Andersson 1912.
33. Erik Andersson 1913.
34. Erik Andersson 1915.
35. Erik Andersson 1916.
36. E. Lundström 1916.

De reiser, som er anført i ovenstaaende liste, har været av meget forskjellig natur. Listen omfatter en lang række fuldstændige ekspeditioner med en mandsterk og alsidig videnskabelig stab, men ogsaa besøk av enkelte videnskapsmænd er tat med. Adskillige reiser har utstrakt sig over en tid av flere maaneder, hvorunder tildels vidtstrakte omraader er blit grundig gjennemforsket. Andre reiser har været av ganske kort varighet og har tildels indskrænket sig til ganske korte besøk et eller andet sted paa øgruppen. Om listen er blit ganske fuldstændig tør kanske. være tvilsomt; jeg haaber ialfald at ingen reise av større betydning er blit overset.

Den første svenske naturforsker som har besøkt Spitsbergen var Linné's elev A n t o n R o l a n d s s o n M a r t i n. Hans besøk (i 1758) var ganske kort, men som resultat av hans reise foreligger allikevel i Svenska Vetenskapsakademiens »Handlingar« en række meteorologiske observationer og desuten en »Beskrifning på en Procellaria, som finnes vid norr-polen«. Reisen blev, efter hvad han selv oplyser, foretat paa Linné's opfordring.

I løpet av de følgende 100 aar møter vi bare én svensk naturforsker paa forskningsfærd paa Spitsbergen, nemlig den berømte zoolog prof. Sven Lovén, som foretok en reise til Spitsbergens vestkyst i 1837. Reisen gav vigtige resultater baade i zoologisk og geologisk henseende (bl. a. opdagedes de første jurafossiler paa Spitsbergen).

I 1858, nøiagtig et aarhundrede efter A. R. Martin's besøk, drog Otto Torell ut paa sin første Spitsbergekspedition, og med denne færd kan man regne at de planmæssige svenske undersøkelser av Spitsbergen for alvor tok sin begyndelse. Tre aar senere, i 1861, besøktes Spitsbergen atter av en svensk ekspedition under Torell's ledelse, og denne gang hadde han ikke mindre end 8 naturforskere, repræsentanter for forskjellige videnskaper, i sit følge. Der blev paa denne tur lagt en solid grundvold for det videre studium av Spitsbergens natur paa en række forskjellige felter.

Fra nu av følger de svenske forskningsfærder til Spitsbergen slag i slag, saadan som ovenstaaende fortegnelse viser.

Det er sikkert ingen tilfældighet at det netop var i slutten av 1850-aarene, at interessen for Spitsbergen og for polarforskningen overhovedet for alvor vaagnet i Sverige, og heller ikke er det nogen tilfældighet at det var under Torell's ledelse denne forskning blev sat i verk.

I anden halvdel av 1850-aarene var læren om en istid i Nordeuropa seierrikt trængt igjennem. Allerede tidligere hadde rigtignok enkelte klartseende forskere tolket visse lokale grusavleiringer som brædannelser, men først ved denne tid blev den dristige tanke om et sammenhængende isdække over hele den Skandinaviske halvø fremsat av Th. Kjerulf (1858) og Otto Torell (1859). Beviserne for istidens eksistens var i virkeligheten saa klare, da man først var blit opmerksom paa dem, at istidslæren snart blev praktisk talt eneraadende. Paa det kvartærgeologiske studium i Skandinavien virket den i høi grad befrugtende. Paa samme tid som istidens spor i selve Skandinavien flittig blev gransket, var det ganske naturlig at opmerksomheten sterkt maatte rettes mot Spitsbergen, det nærmeste polarland. At studere naturforholdene der oppe var ikke bare i sig selv

en overmaade interessant opgave, men den tanke har sikkert tillike i høi grad bidradd til at holde interessen vaaken, at forskerne ved at studere den høiarktiske natur samtidig kunde vinde større klarhet over, hvordan tilstanden engang maa ha været hjemme i deres eget land.

Torell besøkte i 1861 Spitsbergen for sidste gang. Den mand, som fra nu av gjennem adskillige aar blev den ledende i Sverige paa Spitsberg-forskningens omraade, var den store polarforsker Adolf Erik Nordenskiöld. Nordenskiöld, som hadde deltat i begge Torell's ekspeditioner og saaledes allerede paa forhaand var godt kjendt paa Spitsbergen, ledet selv ekspeditioner dit op i 1864, 1868 og 1872—1873. I 1864 var hovedopgaven at fortsætte det kartlægningsarbeide, som var paabegyndt i 1861. Sammenligner man det kart over landet som Dunér og Nordenskiöld utga i 1865 med de i forveien eksisterende karter (selv de sidste, f. eks. det engelske admiralitets kart fra 1860), springer det straks i øinene i hvor høi grad tidligere, urigtige forestillinger om landets form var blit korrigert ved dette kartarbeide. I 1868 arbeidet under Nordenskiölds ledelse en mandsterk og alsidig videnskabelig stab, og overvintringsekspeditionen 1872—73 er overhovedet den første videnskabelige overvintring paa Spitsbergen.

Nordenskiölds interesser tok efterhaanden en noget anden retning. Vi træffer ham senere i 1870-aarene paa forskningsreiser til Novaja-Semlja og det nordlige Sibirien, og i 1878—1880 utførte han den stordaad, hvortil hans navn for al fremtid vil være knyttet: opdagelsen av Nordostpassagen, omseilingen av Europa og Asien. Til Spitsbergen kom han ikke oftere.

Blandt de svenske videnskapsmænd, som efter Nordenskiölds tid har indlagt sig fortjenester av Spitsbergens utforskning, indtar professorerne A. G. Nathorst og G. De Geer en særlig fremtrædende stilling.

Nathorst besøkte første gang Spitsbergen som ganske ung mand sommeren 1870; det var med indtrykkene friske fra denne reise han samme høst i Skaane gjorde sit berømte fund av arktiske planterester i gamle lerlag og saaledes leverte beviset for, at den første vegetation efter istiden i det

sydligste av Skandinavien maa ha været av rent arktisk karakter. I 1882 ledet han en ny ekspedition til Spitsbergen, som gav et særdeles værdifuldt geologisk og botanisk utbytte, og i 1898 omseilet han landet med »Antarctic«, utforsket og kartla sammen med en stab av 8 videnskapsmænd Bjørneøen, Bell Sound og Kong Karls Land. Men Nathorst's fortjeneste av Spitsbergens utforskning indskrænker sig ikke hertil. Han har tat virksom del i bearbeidelsen ogsaa av adskillige andre ekspeditioners materiale — især av plantefossiler fra ældre jordperioder — og har sikkert en væsentlig andel i at flere av disse ekspeditioner er kommet istand. Overhodet har han gjennem flere decennier i høi grad bidradd til at holde interessen for Spitsbergen levende i Sverige.

De Geer deltok i 1882 i Nathorst's ekspedition til Spitsbergen og har senere 5 ganger selv ledet videnskabelige ekspeditioner dit op. Hans arbeide paa Spitsbergen har fremfor alt været av geologisk og kartografisk natur. Han har studert bygningen av det faste fjeld saavel som bræerne og de løse jordavleiringer. I 1910 kunde han paa en meget vellykket ekskursion, som blev arrangert i forbindelse med den 11te internationale geolog-kongres i Stockholm, demonstrere Spitsbergens geografi for ikke mindre end ca. 70 geologer fra alle lande.

Det vilde føre alt for vidt her nærmere at omtale de mange svenske Spitsberg-ekspeditioner fra de senere aar, og det blir derfor nødvendig at nøies med at henvise til listen ovenfor. Bare i forbigaaende skal nævnes S. A. Andrée's to ekspeditioner i 1896 og 1897; paa den første av disse forberedte han og paa den anden drog han, sammen med to ledsagere, fra Spitsbergens nordkyst ut paa den berømte ballonfærd over Polhavet, fra hvilken han ikke er vendt tilbake.

Et gjennemgaaende karaktertræk ved de aller fleste svenske ekspeditioner til Spitsbergen er den planmæssige forberedelse, den energiske, omhyggelige utførelse av feltarbeidet og den grundige, alsidige videnskabelige bearbeidelse av det hjembragte materiale. Derfor har ogsaa den svenske Spitsberg-forskning saa mægtig bidradd til at øke kund-

skapen om arktisk natur, og derfor indtar den en saa ærefuld plads i den internationale polarforsknings historie.

Det videnskabelige utbytte av de svenske forskningsfærder til Spitsbergen foreligger i en meget betydelig literatur, bestaaende saavel av selvstændige verker som i et meget stort antal større og mindre tidsskriftartikler. Foruten svenske forskere har ogsaa mange fremmede specialister tat del i bearbeidelsen. I sin bibliografi over den svenske Spitsberg-literatur i tidsskriftet »Ymer« for 1909 opregner J. M. Hulth ikke mindre end 376 numre, og i 1917 anslog Nathorst antallet til mellem 400 og 500. Hertil kommer et betydelig antal kartarbeider; De Geer opregner for tiden indtil utgangen av 1908 ialt 60 karter, og ogsaa dette antal er senere øket adskillig.

Gjennem den svenske Spitsberg-literatur er landets natur belyst fra de mest forskjellige synspunkter. Geografiske og topografiske emner behandles, der gjøres rede for hydrografiske, meteorologiske og andre geofysiske undersøkelser; fjeldbygningen, plante- og dyrelivet, nu og i tidligere jordperioder, skildres indgaaende. Hertil kommer saa den literatur, som mere direkte omhandler planlæggelsen og gjennemførelsen av de enkelte ekspeditioner.

I mange retninger er naturen paa Spitsbergen nu likesaa godt kjendt som i adskillige lande i Europa. Men herav følger ikke at der for fremtiden vil være mindre at gjøre der. Tvertimot, nye tider skaper nye opgaver, og det vil være let at peke paa en række betydningsfulde, saavel rent videnskabelige som praktisk-videnskabelige spørsmaal, for hvilke Spitsbergen er og fremover i tiden vil vedbli at være et meget lovende arbeidsfelt.

Naar nu Spitsbergen kommer ind under norsk styre, maa det være tillatt fra norsk side at uttale ønsket om, at den svenske forskning ogsaa i fremtiden maa finde sig vel tilrette i dette arbeidsfelt, hvor den har saa ærefulde traditioner at se tilbake paa. Der er paa Spitsbergen god plads for svensk forskning ved siden av vor egen, og de svenske forskere har historiens ret til at føle sig hjemme der oppe.

Klimavekslinger og deres aarsaker.

Av Bjørn Helland-Hansen og Fridtjof Nansen.

(Fortsat fra s. 28).

Vore kurver i fig. 4 viser meget tydelige vekslinger i perioder paa 24 og 25 dager sommeren og høsten 1915. Dette er tilfældet med solstraalingen, med tryk-differansen Kristiania—Bergen og med temperaturen i Bergen. Der er ogsaa antydninger til en kortere periode paa omkring 12 dager; denne er særlig fremtrædende i kurve V, som fremstiller uroen i luft-trykket i Bergen (tryk-differansen fra dag til dag). De fleste andre kurver for solstraaling, tryk-differans og luft-temperatur som vi har konstruert for de andre aar fra 1908 til 1916 viser lignende perioder. Hovedperioden veksler mellem 25 og 28 dager, — i de fleste tilfælder er den omtrent 27 dager. I mange tilfælder er ogsaa denne hovedperiode delt i halve perioder paa 13—14 dager. Det synes aabenbart at dette staar i forbindelse med solens rotation paa en eller anden vis.

Omdreiningstiden for de belter av solen, hvor flekkene optræer, er 26—27 dager. Flekkene findes ofte særlig samlet i visse strøk paa soloverflaten (de »aktive omraader«), og disse kommer efter en synodisk omdreining tilbake til samme stilling i forhold til jorden. Paa den motsatte side av solen er der gjerne et tilsvarende, om end som regel mindre utpræget aktionsomraade. Hvis de av os iagttagne periodiske vekslinger i meteorologiske forhold (lufttryk og temperatur i Bergen) direkte skyldes forskjellen i utstraaling fra disse aktive omraader paa solen og fra de mindre aktive (alt eftersom de staar likeoverfor jorden), skulde vi vente en overensstemmelse mellem disse omraaders omdreiningstid og de nævnte meteorologiske perioder. Nu er det dog at merke, at et bestemt omraade av solen sjelden viser sterk aktivitet med solflekker mer end i høiden gjennem et par omdreininger. De blir da gjerne avløst av andre omraader som viser sterk flek-dannelse. Ligger disse nye omraader foran de ældre i solens omdreiningsretning, vil de tilsynelatende forkorte periodelængden i de meteorologiske vekslin-

ger paa jorden, mens omvendt periodelængden vil bli større, hvis de nye omraader ligger bak de gamle.

Vi har imidlertid tidligere nævnt, at de iagttagne kortvarige vekslinger paa dager eller uker i den straalemængde som naar os fra solen, og som det i denne forbindelse gjælder, skyldes vekslinger i sol-atmosfærens gjennemskinlighet mer end vekslinger i utstraaling fra selve sol-overflaten. Dette kan ogsaa influere paa periodelængden. Sol-atmosfærens bevægelse i omdreiningsretningen er litet kjendt endnu, men det synes som om den bevæger sig noget hurtigere end selve sol-legemet; dette kan gjøre periodelængden kortere. Vore ovennævnte undersøkelser i forbindelse med direkte iagttagelser paa solen synes at tyde paa at der er en sammenhæng mellem de aktive omraader paa solen og de mer eller mindre tætte omraader av dens solatmosfære.

Dr. Clayton har ved sine undersøkelser fundet, at maalingene av sol-straalingen mellem 1ste septbr. og 8de november 1913 og lufttemperaturen i Buenos Ayres i samme tidsrum viser perioder paa omtrent 12 og 24 dager, altsaa litt kortere end vi har fundet.

Krogness har ved studium av de jordmagnetiske vekslinger og enkelte meteorologiske vekslinger i Norge fundet tydelige perioder paa 27 og 14 dager.[1]) Overensstemmelsen mellem de jordmagnetiske og de meteorologiske vekslinger var meget god for disse perioders vedkommende.

Efterat vi nu har betragtet vekslingene i løpet av nogen dager eller uker i sol-straalingen og i forskjellige meteorologiske forhold paa jorden, skal vi gaa over til at se paa vekslingene gjennem længere tidsrum og da først fra maaned til maaned. Til bedømmelse av saadanne vekslinger i solaktiviteten har vi som før nævnt desværre ikke endnu nogen tilstrækkelige, kontinuerlige maalinger av sol-straalingen. Vi maa derfor ty til andre kjendetegn som sandsynligvis kan gi os nogen oplysninger. Blandt slike kommer i første række solflekkene, dernæst protuberansene, og endelig vekslingene i jordmagnetismen som utvilsomt for en væsentlig del skyldes

---

[1]) Sammenlign »Naturen« for 1917, side 104—108, og 185—189.

vekslingene i den elektriske straaling fra solen; denne staar som foran nævnt sikkerlig i intim forbindelse med sol-aktiviteten i sin almindelighet.

Vi har underkastet de før nævnte kontinuerlige italienske observationer over protuberansene en indgaaende undersøkelse, men har fundet at det foreliggende materiale fra de forskjellige observatorier bl. a. viser saa liten indbyrdes overensstemmelse at vi foreløbig ikke kan bruke dem som et tilstrækkelig paalitelig maal for sol-aktiviteten, selv om de viser en del interessante forhold som vi ikke her skal gaa ind paa.

Solflekkene blir undersøkt paa en række observatorier hver dag saa sandt solen er synlig. Saadanne undersøkelser har nu været gjort gjennem halvandet hundred aar. Astronomene Wolf og Wolfer i Zürich har bearbeidet alle observationene og utgit tabeller over solflekkenes relativ-tal. Disse er beregnet efter flekkenes antal og gruppering, og skulde saaledes gi et tal-uttryk for solflek-virksomheten til forskjellige tider. Det er disse relativ-tal vi har benyttet.

Solflekkenes relativ-tal viser meget vekslende værdier fra maaned til maaned og fra aar til aar. Den 11-aarige periode gjør sig sterkt gjældende som store bølger, og paa dem viser der sig mange smaa bølger. Disse kortvarige vekslinger gir de største utslag i solflekkenes maksimums-perioder og kan være meget ubetydelige nær minimum av solflekker.

Til sammenligning med vekslingene i solflekkenes relativtal har vi studert vekslingene i maanedsværdiene for mange forskjellige meteorologiske forhold.

Selv om vekslingene i sol-virksomheten skulde faa et tilfredsstillende uttryk gjennem solflek-tallene, og selv om de meteorologiske vekslinger paa jorden er avhængige av vekslingene i sol-straalingen, kan vi ikke vente fuld overensstemmelse mellem de meteorologiske vekslinger og vekslingene i solflek-tallene. Vore undersøkelser gjør det sandsynlig at der er en uregelmæssig fordeling over solskiven av utstraalingen, og at den straalemængde som naar os avhænger i sterk grad av jordens stilling i forhold til solens mest aktive omraader. Nu tar solflekkenes relativ-tal intet hensyn til de aktive omraaders stilling i forhold til jorden. Tænker vi os at et sterkt aktivt omraade blusser op i nærheten av solranden og slukner

igjen før sol-rotationen bringer det i nærheten av solskivens midte, kan virkningen for jorden bli meget liten, mens vekslingen kan melde sig sterkt i solflek-tallet. Blandt andet maa vi være opmerksom paa at de kortere vekslinger i sol-straalingen synes for en væsentlig del at skyldes forskjelligheter i absorptions-forholdene i solens atmosfære. Da straaling fra et omraade nær solranden har en saa lang vei at passere gjennem sol-atmosfæren i retning mot jorden at i alle tilfælder en stor del av den maa bli absorbert og meget mere end fra et omraade nær solskivens midte, saa blir det vekslingene i straalingen fra de midtre dele som vil merkes sterkest paa jorden.

Et meget fremtrædende meteorologisk træk som kan studeres gjennem forholdsvis fyldige observationer er den karakteristiske lufttryks-fordeling over Nordatlanteren med det saakaldte islandske trykminimum i nord og det açoriske trykmaksimum i syd — to aktions-centrer som ikke mindst for vort land har stor betydning. Det har vist sig at disse to svinger i omvendt takt saaledes at naar trykket blir mindre i det islandske omraade, blir det større i det açoriske, og omvendt. Vi har for hver maaned gjennem en lang aarrække tat differansen mellem det høieste tryk indenfor det açoriske omraade og det laveste indenfor det islandske uanset den noget vekslende beliggenhet inden hvert av de to omraader.

Ved nu at sammenligne vekslingene i denne tryk-differans med vekslingene i solflekkenes relativtal finder vi en umiskjendelig overensstemmelse, saaledes at en økning av lufttryks-differansen falder sammen med eller kommer litt efter en stigning av relativ-tallet. Vi har paa fig. 6 gjengit øverst en kurve S som viser vekslingene i solflekkenes relativ-tal for hver maaned i tiden fra januar 1902 til mai 1910 (da det materiale vi hadde forhaanden for vor bestemmelse av lufttryks-differansen sluttet). Kurven B fremstiller vekslingene i lufttryks-differansen over Nordatlanteren i samme tidsrum. Disse to kurver viser det samme antal svingninger. Disse svingninger er ikke overalt like utprægede i de to kurver; en stor svingning i den ene svarer undertiden til en forholdsvis liten svingning i den anden. Men praktisk talt overalt er en stigning av solflek-tallet efterfulgt av en stigning i lufttryks-differansen, som kan komme en eller i høiden to maane-

der senere. I de fleste tilfælder er en stor svingning i solflekkene efterfulgt av en tilsvarende stor svingning i tryk-differansene.

Det synes efter dette ikke at være tvil om at der er en virkelig sammenhæng mellem vekslingene i sol-aktiviteten og vekslingene i lufttrykket over Nordatlanteren. Man maa imidlertid være opmerksom paa at der er visse forhold (f. eks. ekliptik-skraaheten) som gjør det sandsynlig at der i de meteorologiske fænomener paa jorden er periodiske vekslinger som ikke findes i solflekkene. I saa fald vil man i de meteorologiske vekslinger ikke finde en likefrem kopi av vekslingene i solflekkene.

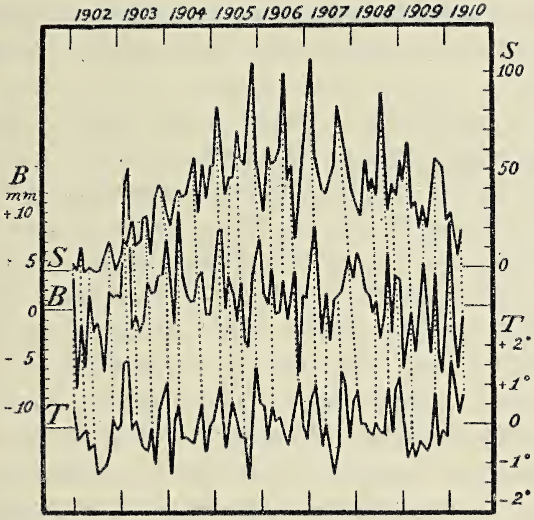


Fig. 6. Vekslingene i solflekkenes relativtal (kurve S), i lufttryksdifferansen over Nordatlanteren (B), og i lufttemperaturen i Norge (T).

Ved en økning av tryk-differansen over Nordatlanteren økes de vestlige vinde over havet og de sydvestlige vinde i Norge. Vi maa vente at dette maa øke lufttemperaturen hos os. Ved direkte sammenligning har vi da ogsaa fundet en paafaldende overensstemmelse for en saa lang aarrække som vi har kunnet undersøke. Paa fig. 6 har vi i kurve T vist vekslingene i lufttemperaturen i Norge fra maaned til maaned

for tidsrummet fra 1902 til 1910. Kurven viser en saa stor overensstemmelse med kurven for tryk-differansen over Nordatlanteren, at der ikke kan være tvil om sammenhængen. Vekslingene i temperaturen kommer næsten altid i samme maaned som vekslingene i lufttryk. Som resultat av dette maa vi gaa ut fra at der er en genetisk sammenhæng mellem de forskjellige forhold vi nu har omtalt: en økning i solaktiviteten fremkalder en økning av lufttryks-differansen over Nordatlanteren, og denne igjen en stigning av temperaturen i Norge.

Vi har undersøkt en række andre forhold paa lignende maate og fundet ganske tilsvarende resultater. Som eksempel kan vi nævne at i Nordatlanteren vest for De britiske øer i strøket mellem 20° og 40° vestl. længde vil en økning av luft-cirkulationen (de vestlige vinde) ha en tilbøielighet til at føre koldere overflatevand fra vest indover dette strøk. Vi har derfor ogsaa ganske rigtig fundet at en økning av lufttryks-differansen blir fulgt av en sænkning av overflatetemperaturen i denne del av havet; denne omvendte overensstemmelse er meget utpræget. Temperaturens gang blir altsaa her den motsatte av hvad den er i Norge. I den østlige del av Nordatlanteren, nord for De britiske øer, vil en økning av luft-cirkulationen fremkalde sydvestlige vinde, som bringer varmere overflatevand. I denne del av havet har vi derfor fundet at temperatur-vekslingene gaar samme vei som i luften i Norge.

Vore undersøkelser viser at der i det hele tat er en intim forbindelse mellem lufttryks-fordelingen og temperaturen saavel i luften som i havets overflate i Nordatlanteren. Dette gjælder navnlig om vinteren. For at studere spørsmaalet nærmere har vi gaat gjennem de karter som viser lufttryksfordelingen over Nordatlanteren i maaneds-gjennemsnit, og som er utgit for en længere aarrække indtil 1908[1]) av Det Danske Meteorologiske Institut og av Deutsche Seewarte i Hamburg. For hvert av de felter vi har undersøkt i Atlanterhavet og for de av os undersøkte terminer (februar og mars

---

[1]) Vi har faat overlatt korrekturavtryk av kartene for 1909 og en del av 1910.

—april, se ovenfor) har vi for hvert av aarene 1898—1910 bestemt maaneds-isobarenes retning. Derav har vi beregnet den midlere retning for hele aarrækken for hver av de to terminer. Vinden betinges som bekjendt av isobarenes retning og gaar i disse strøk i gjennemsnit altid i en østlig retning. Naar vinden kommer fra strøk som ligger paa sydsiden av den gjennemsnitlige isobar-retning, kan den ventes at bringe varm luft og varmt vand, mens den maa ventes at bringe kold luft og koldt vand naar den kommer fra strøk paa nordsiden av den midlere isobar-retning.

Vi har for hver termin i hvert aar konstruert karter hvor vi for hvert av vore større felter (10 længdegrads-felter, saavel langs ruten Kanalen—New York som fra strøket vest for Portugal) har indført temperatur-avvikelserne baade for luften og vandet. Endvidere har vi indført for de samme felter piler som viser isobar-retningen og hvis længde betegner tryk-gradientens størrelse (der som bekjendt er omvendt proportional med avstanden mellem isobarene). Vi gjengir her som eksempel en del av to av disse karter, nemlig for 1904 og 1908 (fig. 7 og 8). For feltene i Atlanterhavet er temperatur-avvikelserne for luft og vand git i tiendedels grader, med staaende fete typer naar avvikelserne er positive, og med skraatliggende tynde typer naar de er negative. Tallene for luften er omsluttet av ringer, som er tykke for de positive avvikelser og tynde for de negative. De tynde piler for hvert felt, angir den midlere isobar-retning for hele aarrækken, og de tykke for det specielle aar.[1]) Disse sidste er tegnet hele, hvis de har en retning som skulde betinge en forholdsvis høi temperatur (positiv avvikelse), mens de er tegnet med brutte linjer hvis retningen skulde betinge lav temperatur (negativ avvikelse).

Ved at se paa disse karter vil man finde at der er en merkelig overensstemmelse mellem temperatur-avvikelserne og de ved pilene betegnede avvikelser i luft-trykket. De »varme« piler findes gjennemgaaende sammen med positive

---

[1]) Da vindens virkning paa overflate-temperaturen først viser sig efter en tids forløp, repræsenterer pilene for havfeltene paa februarkartene resultanten av tryk-gradienten for januar og februar.

temperatur-avvikelser i luft og vand, og de »kolde« sammen med negative.

Vi har for de før omtalte danske felter længer nord i Atlanterhavet paa lignende vis indført avvikelser av over-

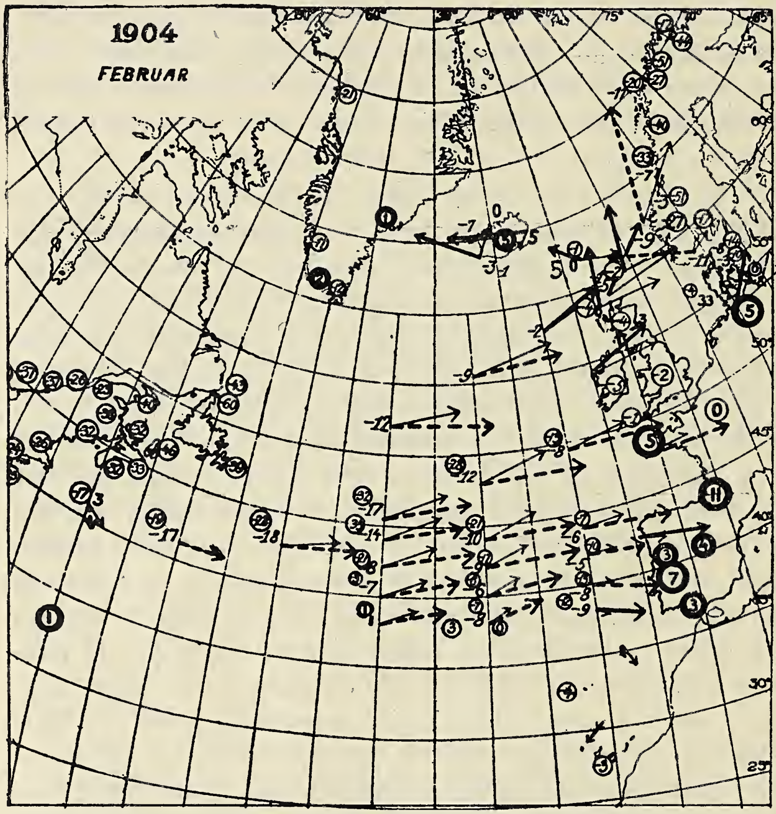


Fig. 7. Temperatur-avvikelser og luft-trykkets (vindens) fordeling i februar 1904. (Forklaring i teksten).

flate-temperaturen og piler for isobar-retningen. De viser en lignende overensstemmelse.

Vi har ogsaa paa forskjellige steder indført temperatur-avvikelserne i overflaten langs kystene (Skotland, Shetland, Danmark, Norge, Færøerne og Island). Vi har endvidere indført lufttemperatur-avvikelserne (ogsaa i tykke eller tynde ringer) for en række forskjellige stationer i Afrika, Europa, Grønland og Amerika.

Vi har ogsaa i kurver fremstillet forholdet mellem luft-tryks-gradientens retning og styrke, og temperatur-avvikelserne i luften og i vandets overflate for vore forskjellige felter i Nordatlanteren. Isobar-retning og gradient-størrelse

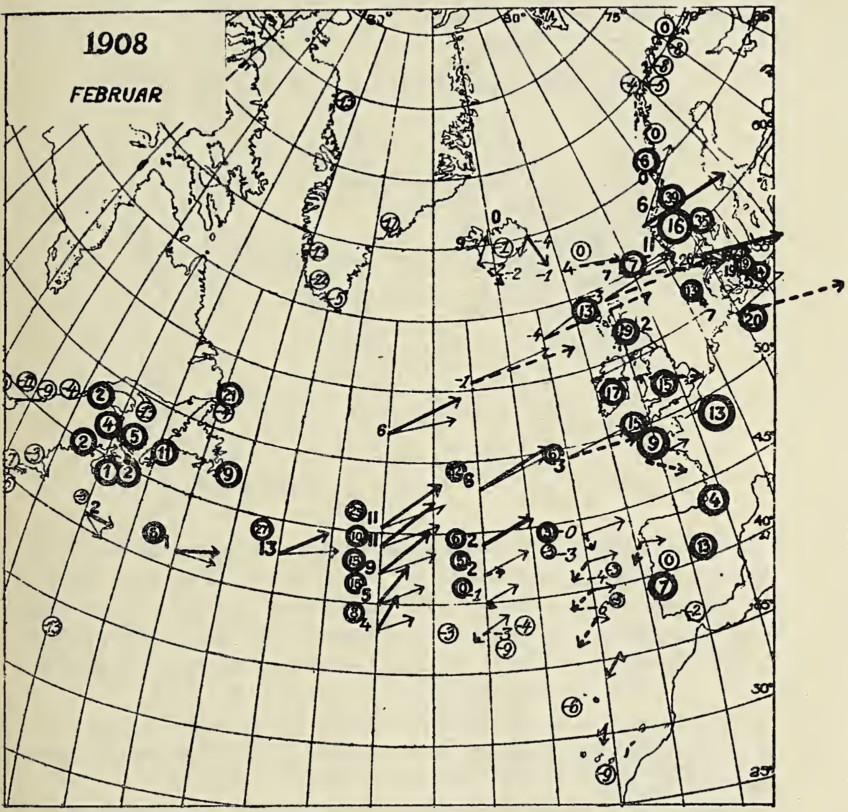


Fig. 8. Temperatur- avvikelser og luft-trykkets (vindens) fordeling i februar 1908.

er fundet ved hjælp av de før omtalte isobar-karter; værdierne er uttrykt i nogen relativ-tal (ved kombination av isobarenes retnings-avvikelse og gradientenes størrelse), regnet positive naar bevægelsen kommer fra varme strøk, og negative naar den kommer fra kolde. Kurverne viser vekslingene fra aar til andet i samme termin. De viser gjennemgaaende en utpræget overensstemmelse mellem vekslingene i tryk-gradient og temperatur-avvikelse baade i luft og vand. Kurven for

vandtemperaturen for februar stemmer særlig godt med den kurve som gir gjennemsnittet av tryk-gradienten for januar og februar, men kurven for lufttemperaturen i februar stemmer med februar-kurven for tryk-gradienten.

Fig. 9 gir et eksempel paa disse kurver; kurverne viser de gjennemsnitlige forhold i de 4 felter mellem 30° og 40°

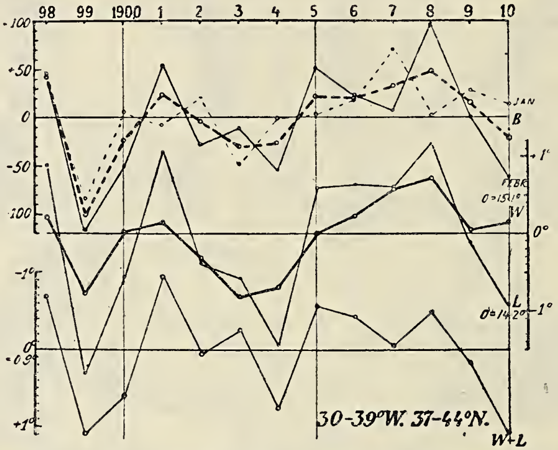


Fig. 9. Avvikelserne fra de gjennemsnitlige forhold i aarene 1898—1910 for strøket mellem 37 og 45° nordl. br. og 30 og 40 ° vestl. lg. B: lufttryks-gradient for januar, for februar og middel for begge disse maaneder (den tykke, brutte kurve). W: overflate-temperatur. L: luft-temperatur. W—L: overflate-temperatur minus luft-temperatur. (De 3 sidste for terminen 3. febr.—4. mars).

vestl. længde og mellem 37° og 45° nordl. bredde (i havet nær Açorene).

Fig. 10 viser nogen tilsvarende kurver for hele den mittre del av Nordatlanteren (fra 20° til 60° vestl. længde) langs ruten Kanalen—New York.

Paa helt lignende vis er vekslingene i vandets temperatur langs Norges kyst avhængig av lufttryks-fordelingen eller vinden. Tar vi f. eks. kystvandets temperatur ved Ona fyr (utenfor Romsdalskysten) saa maa vi vente at denne om vinteren blir høiere hvis vinden skjærer ind mot land, og lavere hvis vinden skjærer ut fra land eller det er vindstille. Sjøvinden vil nemlig føre varmere vand utenfra ind mot kysten, mens landvinden driver det kolde kyst- og fjordvand

med sig. Vore undersøkelser har med al mulig tydelighet bekræftet at forholdet virkelig er saa. Som eksempel gir vi her i fig. 11 kurverne for vandets temperatur i februar 1895

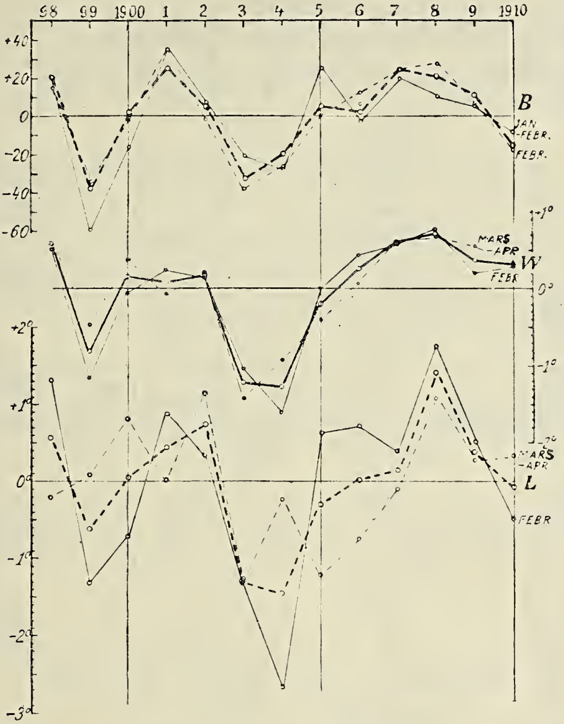


Fig. 10. Avvikelserne fra de gjennemsnitlige forhold i aarene 1898—1910 for strøket mellem 20 og 60° vestl. lg. langs ruten Kanalen—New York. B: lufttryks-gradient for januar og februar, for februar og mars („Febr.“), og for januar, februar, og mars (den tykke brutte kurve). W: overflate-temperatur for terminene 3. febr.—4. mars, og 15. mars—13. april, og midlet for disse to terminer (den tykke, hele kurve). L: lufttemperatur (for de samme terminer som overflate-temperaturen).

—1910 sammenlignet med lufttryks-gradientene fra havet like nordenfor Stad for januar og februar; gradient-værdierne er her beregnet paa lignende vis som før, men vi har git dem positiv værdi, naar isobarene skulde betinge mere sjøvind end normalt, og negativ ved mere landvind. Man vil se at der er en udmerket overensstemmelse mellem kurverne for vand-tem-

peraturen og for gradienten, og da særlig for den brutte kurve som viser en kombination av værdierne for januar og februar med dobbelt vegt for februar.

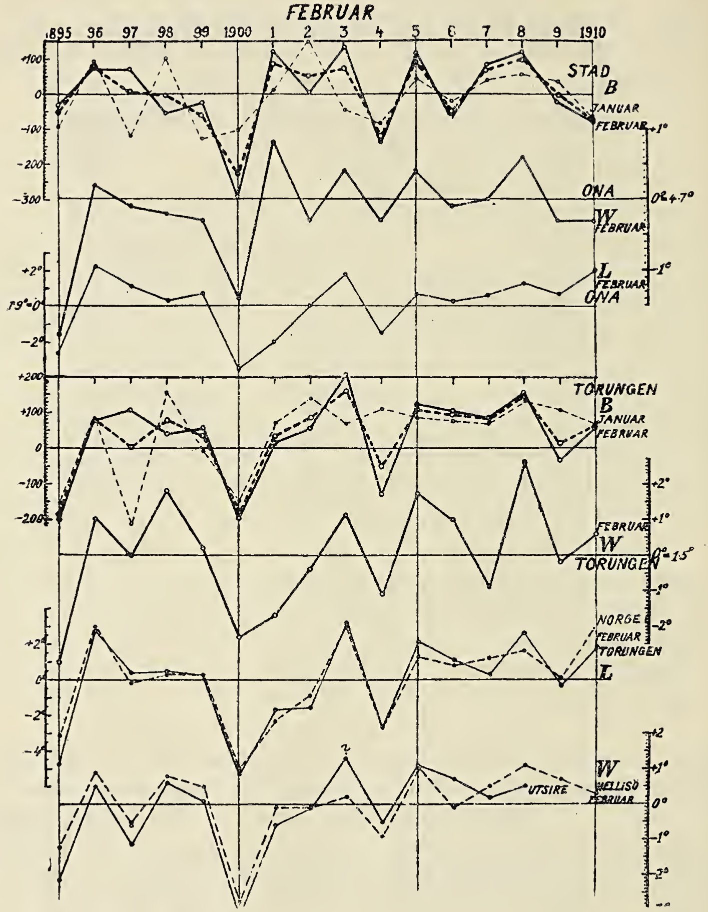


Fig. 11. Vekslingene i avvikelserne om vinteren for lufttryks-gradient (B, ved Stad, og ved Torungen), vandets overflate-temperatur (W, ved Ona, Torungen, og Hellisø), og luftens temperatur (L, ved Ona og Torungen, og for hele Norge).

Paa samme figur har vi ogsaa gjengit nogen kurver for forholdene ved Torungen fyr paa Norges Skagerakkyst. Her vil østlige vinde om vinteren øke tilstrømningen av koldt overflatevand østfra, mens vestlige vinde vil hemme denne

tiltrømning. Beregner vi nu gradient-værdierne paa samme vis som før, men regner dem negative naar isobarene betinger østlige vinde og positive naar de betinger vestlige, faar vi de kurver »B« for Torungen, som er fremstillet paa fig. 11.

Særlig viser middel-kurven for januar og februar (atter beregnet med dobbelt vegt for februar) god overensstemmelse

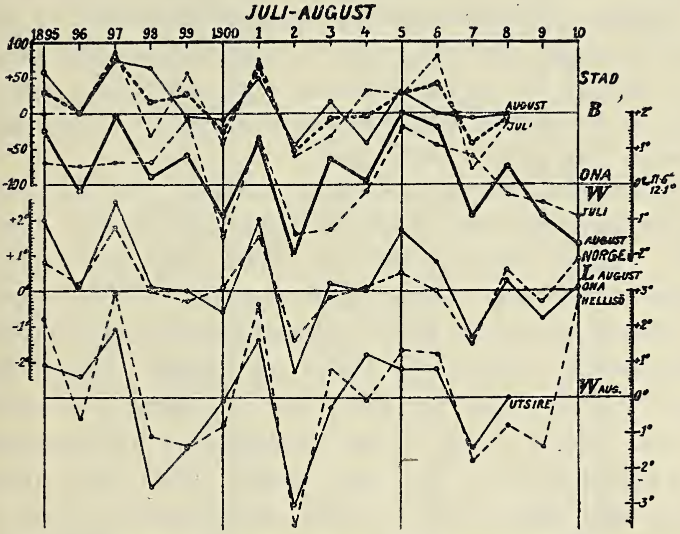


Fig. 12. Vekslingene i avvikelserne om sommeren for lufttryksgradient (B, ved Stad), vandets overflate-temperatur (W, ved Ona, Hellisø, og Utsire), og luftens temperatur (L, ved Ona, og for hele Norge).

med kurven »W« for overflate-temperaturen i februar ved Torungen fyr. Nederst paa figuren har vi ogsaa tegnet to kurver »W« for overflate-temperaturen i februar ved Utsire fyr og Hellisø fyr. De viser begge god overensstemmelse med den midlere tryk-gradient-kurve »B« for Torungen.

Paa samme figur har vi ogsaa gjengit kurverne »L« for lufttemperaturen i februar ved Ona, ved Torungen og for hele Norge (middel for 22 meteorologiske stationer). Disse tre kurver viser særlig god overensstemmelse med tryk-gradient-kurverne for Torungen, mens de ikke viser saa megen likhet med tryk-gradient-kurverne for Stad. Dette er merkelig nok tilfælde ogsaa med lufttemperatur-kurven fra Ona, som derved adskiller sig fra kurven for overflate-temperaturen paa samme sted.

Under den varmeste del av sommeren maatte vi vente at virkningen av de forskjellige vindretninger paa overflatetemperaturen ved Ona blir den motsatte av den ovenfor fundne virkning om vinteren, idet overflatevandet ved kysten og inde i fjordene blir betydelig varmere end ute tilhavs. Vi har derfor beregnet tryk-gradientene paa samme maate som før, men med omvendt fortegn: negativt naar de betinger sjøvinde og positivt naar de betinger landvinde. I kurvene »B« øverst paa fig. 12 har vi gjengit de saaledes beregnede værdier for tryk-gradientene nord for Stad i juli og august og det simple aritmetiske gjennemsnit for begge disse maaneder (fra aarene 1895—1908).

Under disse kurver er tegnet kurvene »W« for vandtemperaturen ved Ona i juli og august (for aarene 1895—1910). Særlig august-kurven for vandet viser god overensstemmelse med den midlere gradient-kurve for juli—august.

Nederst paa samme figur er gjengit kurverne for overflatetemperaturen i august ved Utsire og Hellisø. Ogsaa disse kurver viser i mange aar likhet med kurverne »B« øverst.

I kurvene »L« har vi vist vekslingene i luft-temperaturen i august ved Ona, og i hele Norge. Ogsaa disse kurver viser megen likhet med de andre, navnlig med kurven for overflate-temperaturen ved Ona i august, og med midlet for tryk-gradienten i juli og august (og tildels for august alene).

Det viser sig altsaa at saavel vand-temperaturen langs Norges kyst som luft-temperaturen over landet er baade vinter og sommer i sterk grad avhængig av lufttryks-fordelingen (vindene), om de end har forskjellig virkning til de forskjellige aarstider.

Da lyfttryks-fordelingen veksler paa en lignende maate over det øvrige Skandinavien som i Norge, maa vi vente at den ogsaa fremkalder samme vekslinger i temperaturen. Det kan derfor ikke synes overraskende at vi f. eks. finder en paafaldende overensstemmelse mellem vekslingene i de maanedlige gjennemsnits-temperaturer i overflate-vandet ved de norske fyr-stationer (Torungen, Utsire, Hellisø og Ona) og luften i Stockholm.

Denne overensstemmelse fremgaar klart av de to øverste kurver »A« i fig. 13. Vekslingene er ensartede endog i de

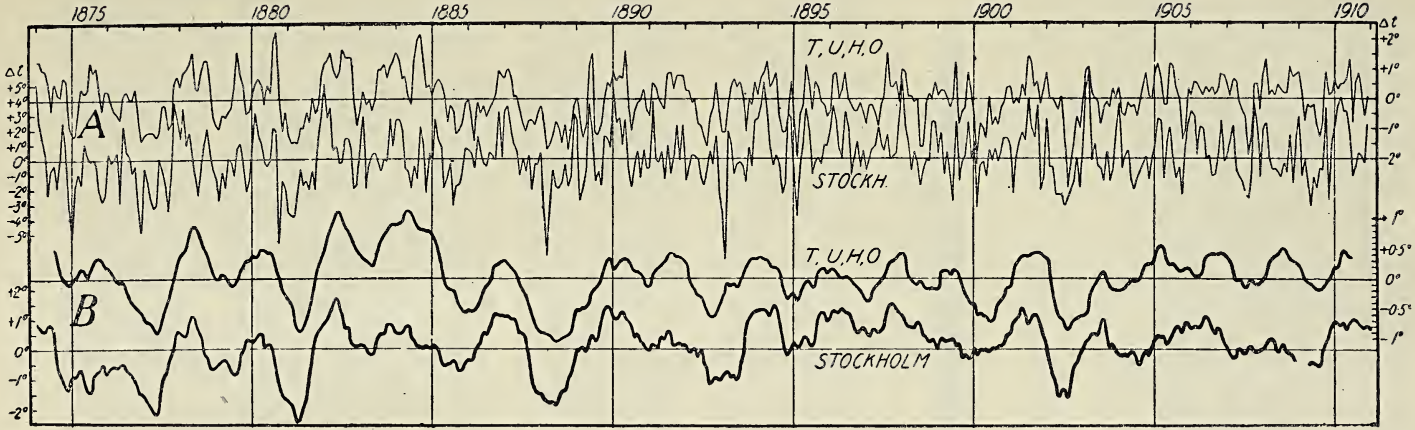


Fig. 13. Avvikelserne fra gjennemsnittet i vandets overflate-temperatur ved de norske fyr-stationer (Torungen, Utsire, Hellisø, og Ona), og i luftens temperatur i Stockholm. A: temperatur-avvikelserne for de enkelte maaneder. B: maaneds-værdiene beregnet som fortløpende 12 maaneders midler.

fleste detaljer, men vekslingene i luft-temperaturen i Stockholm kommer ofte litt før vekslingene i vand-temperaturen ved Norges kyst, hvilket ogsaa er at vente da luftttemperaturen selvsagt skifter hurtigere med vindene end vand-temperaturen. Dette er et avgjørende bevis mot rigtigheten av den teori at vekslingene i lufttemperaturen over Skandinavien skulde være en virkning av vekslingene i vandtemperaturen ved kysten saaledes som den blir maalt ved fyrstationene. (Fortsættes).

Stjernehimlens store problemer.

Av Svein Rosseland.

Menneskets storhet staar i forhold til de mysterier det dyrker og de gaater det stanser ved. Videnskapens historie gaar parallelt med en gaaternes utviklingshistorie, hvor gaater opstaar, deler i sig i flere, skyter uanet vekst eller sporløst forsvinder.

Dog er der gaater, som aldrig ældes og som trofast har fulgt mennesket paa dets vei, fra det øieblik av naturmennesket stod frem av den forhistoriske tids urtaake like til denne dag. Slik er det med spørsmaalet om menneskets stilling i universet. Fra at være et astronomisk problem er det vokset frem til at omspænde al menneskelig stræben efter klarhet. Astronomien har kun beholdt det underordnede spørsmaal om jordens stilling inden stjerneverdenen.

Tat i fuldstændig almindelighet er selv dette problem principielt uløselig, da det indbefatter spørsmaalet om verdensrummets begrænsning. Det som kan gjøres, er at lære at kjende klodernes fordeling i rummet, deres bevægelsestilstand og fysiske beskaffenhet indenfor givne grænser. Det er klart, at den viden, som samles, fra først av vil være spredt og usammenhængende, i astronomien saa vel som i andre videnskaper. Men der er mange tegn til, at astronomien nu staar foran en ny epoke, hvor den adskilte viden vil fortættes til en vældig syntese. Kopernikus, Kepler og Newton gav den

fuldstændige forklaring paa bygningen av vort solsystem. Det problem, som nu nærmer sig sin løsning, er en enorm forstørrelse av dette, nemlig b e s t e m m e l s e a v h e l e f i k s s t j e r n e h i m m e l e n s b y g n i n g.

En fuldstændig viden om fiksstjernesystemets bygning har vi, naar vi kjender stjernernes sted i rummet for et bestemt tidspunkt og lovene for deres bevægelser. Løsningen av denne opgave lettes overordentlig ved at fiksstjernernes indbyrdes bevægelser er forsvindende smaa i forhold til de enorme avstander som adskiller dem. Selve systemets konfiguration blir derfor praktisk talt uforandret gjennem tidsrum av aartusener. Man kan derfor undersøke klodernes fordeling i rummet for sig og deres bevægelser for sig.

I. Stjernernes fordeling i rummet.

Visse egenskaper ved stjernernes rumlige fordeling lærer vi allerede at kjende ved at undersøke deres fordeling paa himmelkulen. En betragtning av himmelen en klar nat viser straks, at den ikke gir samme lysindtryk overalt. De klareste stjerner er uregelmæssig fordelt. Just av den grund er det mulig at ordne dem i adskilte stjernebilleder. De svakere stjerners tendens til at klumpe sig sammen kommer godt frem, f. eks. i stjernebillederne Tyren, Syvstjernen, Perseus og andre steder. Og gjennem dette kaos smyger Melkeveiens gaatefulde lysning sig som et virkelighetsfjernt taakeslør rundt hele himmelhvælvingen, og deler den i to næsten like store deler.

En direkte optælling av alle stjerner, synlige for det blotte øie (6. størrelse), gir som resultat at disse er symmetrisk fordelt om Melkeveien, slik at de staar tættest i denne, og med avtagende tæthet jo mer man fjerner sig fra den. Denne tendens er langt sterkere for endnu svakere stjerner, og C h a p m a n og M e l o t t e s omhyggelige statistik, som blev offentliggjort i 1914, viser at det totale antal av alle stjerner, som kan sees i nutidens sterkeste kikkerter (17. størrelse), er over fire ganger større i Melkeveien end ved dens poler.

Antar vi nu, at stjernerne har nogenlunde samme lysevne, maa de være desto længer borte fra os, jo svakere de lyser paa himmelhvælvingen. Vi faar paa denne vis et grovt maal

paa stjernernes forholdsvise avstand fra jorden. Det kan nu let vises matematisk, at dersom stjernerne er jevnt fordelt gjennem det uendelige verdensrum, maa antallet av alle stjerner av en bestemt lysstyrke (m) være 3.98 ganger større end antallet beregnet for en enhet av større klarhet (m—1). Ved hjælp av denne lov har vi nu omvendt midler i vor haand til at undersøke, om stjernehimmelen faktisk strækker sig utover i det uendelige eller ikke. Overalt hvor forholdstallet falder under den teoretiske værdi 3.98, vet vi, at der begynder systemet at tyndes ut. Nu viser stjernetællingene et gradvis avtagende forholdstal, efter som svakere stjerner tages i betragtning. Det hele foregaar jevnt utover, og det er al grund til at anta, at dette tal og dermed stjernernes tæthet, nærmer sig nul i tilstrækkelig stor avstand fra solen. Dette tomme rum ligger os langt nærmere i retning av Melkeveiens poler end i dens plan, omtrent i forholdet 1 til 3. Da stjernetallet er symmetrisk i alle retninger, maa jorden befinde sig nær systemets centrum. Paa grundlag av sine tællinger har Chapman og Melotte forsøksvis beregnet antallet av alle stjerner til at ligge mellem 1 og 2 milliarder.

Vi er paa grund av disse enkle betragtninger kommet frem til det overmaade vigtige resultat, at stjerneverdenen maa være endelig og begrænset. Alle stjerner maa være fordelt indenfor et endelig rum som stort set ligner et uhyre brændglas, med Melkeveiens plan som symmetriplan. Dimensionerne er rigtignok ufattelig store, maalt med jordisk maalestok. Linsens mindste tversnit er noget som 200 milliarder ganger solens avstand fra jorden.

Denne anskuelse blev allerede fremsat av engelskmanden T h o m a s W r i g h t (1750), og den danner hovedresultatet av W i l l i a m H e r s c h e l s livsverk, selv om Herschel selv tilslut tvilte paa dets sikre begrundelse. Den finder sin fulde bekreftelse gjennem alle arbeider paa omraadet, som er fremkommet i den nyere tid. Meget klart og talende kommer det frem f. eks. i en undersøkelse over fordelingen av alle stjerner av en bestemt spektralklasse (B), som professor C h a r l i e r i Lund publicerte i 1916. Der er speciel sandsynlighet tilstede for, at netop disse stjerner har samme absolutte lysevne, og paa grundlag derav kan samtliges avstand fra jorden bestemmes

med stor nøiagtighet, naar man bare ved direkte, trigonometrisk maaling har fundet avstanden til en eneste en av dem. De viser sig at indta et noget nær linseformet rum med Melkeveien som symmetriplan, i god overensstemmelse med resultatene av den almindelige statistik.

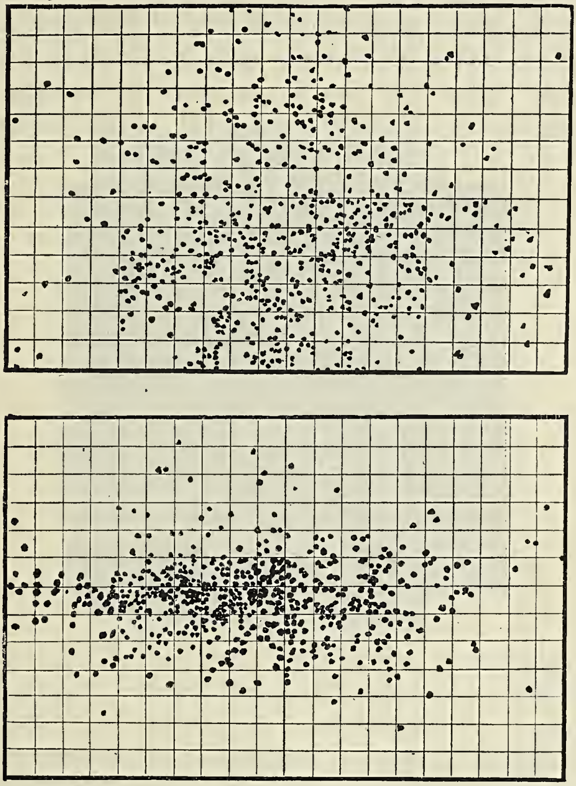


Fig. 1. B-stjernernes system, set i projektion paa Melkeveiens plan (øverst) og i projektion lodret paa dette (nederst). — Efter Charlier.

Foruten fiksstjerner findes i himmelrummet lysende taakemasser av forskjellig slags. De deles efter sin form og fysiske tilstand naturlig i tre arter: 1) Uregelmæssige gastaaker, som er ansamlinger av virkelige gasmasser. 2) Planetariske taaker, som vel hovedsagelig bestaar av gasmasser, men som er meget mindre og yderst regelmæssig bygget. 3) Spiraltaaker, som er løse ansamlinger av fast materie, regelmæssig anordnet i dobbelte spiraler.

Der er naturligvis ingen umiddelbar grund forhaanden til at anta, at stjernetaakerne skal tilhøre samme system som fiksstjernerne. Dog vet vi nu med adskillig sikkerhet, at en del av dem i alle fald befinder sig indenfor stjernesystemets grænser. De uregelmæssige gastaaker sees alle i selve Melkeveien og dens nærmeste nærhet. De planetariske taaker staar mer spredt, men dog symmetrisk om Melkeveien. Allerede det at disse taaker har samme symmetri som de almindelige fiksstjerner, tyder hen paa et nærmere fællessskap. Meget interessant er det i samme forbindelse, at der paa forskjellig

Fig. 2. Taakestriper i Syvstjernen.

vis iagttages en direkte, fysisk forbindelse mellem gastaaker og stjerner. I stjernebilledet Syvstjernen sees saaledes adskillige stjerner omgit av taaker, og enkelte synes at være forbundne ved eiendommelige skrueformede taakestriper. I Orion staar stjernerne i det berømte trapez direkte i en mægtig taakemasse. Efter fotografierne at dømme er det ikke blot og bart begrundet i, at stjernerne sees mot taaken som bakgrund. Der synes tvertom at være en jevn overgang fra stjerne til taake. Andre steder derimot straaler stjernerne klart og skarpt mot taakernes matte bakgrund. Hvis nu disse taakemasser befinder sig indenfor stjernesystemet, maa de skygge bort alle bakenforliggende stjerner. Ved at tælle op alle stjerner, som staar f o r a n taaken, kan man faa et maal for dens avstand. Denne fremgangsmaate er anvendt av

Buch Andersen, Kjobenhavn, for at finde avstanden til den berømte »Amerikataake« i Svanen. Ifølge Andersen staar denne i samme avstand som stjerner av 9—10. størrelse.

Adrian von Maanen paa Mount Wilsons solobservatorium publicerte ifjor sine bestemmelser av avstandene til 6 planetariske taaker. De fundne avstander er meget forskjellige; men i gjennemsnit falder de sammen med avstandene til de svakere stjerner. Vi kan i alle fald av disse indicier med sandsynlig-

Fig. 3. Den berømte spiraltaake i Jagthundene. (Sammenlign fig. 1, øverst).

het dra den slutning at gastaakerne, baade de uregelmæssige og de regelmæssige, tilhører Melkeveien og det indre stjernesystem.

Ganske anderledes stiller saken sig for spiraltaakernes vedkommende. De findes spredt over hele himmelhvælvingen, men synes at sky Melkeveien og viser en iøinefaldende tendens til at koncentrere sig om dens poler. Da disse taaker mangler nøiagtig definerbare punkter, er de avstandsbestemmelser, som er forsøkt av Bohlin, Adrian von Maanen og andre, meget usikre. Ja det er i virkeligheten fuldstændig uavgjort, om spiraltaakerne er av samme størrelse som de øvrige taaker, eller om de ikke langt heller er systemer, som ligger umaadelig

meget fjernere, og som da følgelig er overordentlig meget større end alt hvad vi forøvrig ser i himmelrummet. I saa fald ligger det nær at anta, at de er umaadelige ansamlinger av stjerner og taaker — kort sagt stjernesystemer som vort eget. Denne tanke er optat av mange av nutidens ypperste astronomer, som hollænderen Easton, Kobold i Kiel og Eddington i England (Cambridge). Det er ogsaa den eneste hypotese, som tillater en enhetsanskuelse av hele universet paa astronomiens nuværende standpunkt.

Det er nødvendig at holde klart for tanken, at det stjernesystem vi hittil har betragtet, og som gir indtryk av at danne et avsluttet hele med Melkeveien som symmetriplan, ikke indbefatter Melkeveien selv. Melkeveiens lysning fremkommer nemlig ved enorme ansamlinger av ytterst svake stjerner, som staar saa tæt, at det mange steder er umulig at opløse feltet i enkelte stjerner, selv ved hjælp av de kraftigste kikkerter. De almindelige stjernetællinger blir derfor fuldstændig illusoriske i selve Melkeveien. Disse stjerneskyer er spredt omkring hulter til bulter sammen med utstrakte, saavel lysende som mørke taakemasser. Det hele gir et ytterst takket og forrevet indtryk. Herschel sa træffende at: »Melkeveien er som sand, som er slængt uordentlig omkring, snart med fulde og snart med halvfyldte hænder.« Dens lysstyrke varierer meget under dens forløp rundt himmelhvælvingen. Lysintensiteten er størst i omegnen av Svanen, hvorfor det antages, at Melkeveien er dypest i den retning, og at avstanden til dens ytterste grænse er kortest i den motsatte retning. Selv om det nu ikke er lykkedes at opløse Melkeveien i dens enkelte stjerner, maa vi dog, i betragtning av at den kun dækker en ringe del av hele himmelkulen, kunne anta, at ogsaa den har en ydre grænse. Hele Melkeveissystemet staar da for os i grove træk: Inderst en større kjerne av fiksstjerner forholdsvis regelmæssig fordelt indenfor et linse- eller bønneformet rum. Utenfor slynger Melkeveiens stjerneskyer sig omkring i det indre systems symmetriplan. Hvorvidt der er direkte overgang fra det indre til det ydre system staar uavgjort hen.

Er spiraltaakerne fjerne melkeveissystemer, maa vor egen Melkevei være en spiraltaake. Easton, som er en av verdens

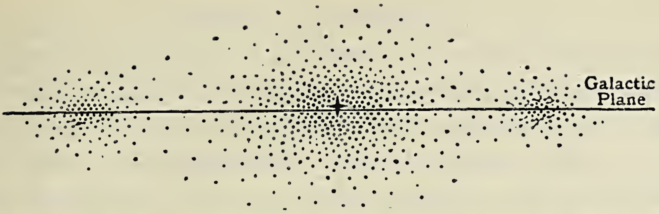


Fig. 4. Tænkt tversnit gjennem vort Melkeveisystem (efter Eddington).

Fig. 5. Stjernetaake i Berenices haar, sandsynligvis en spiraltaake set fra kanten. (Sammenlign fig 1 (nederst) og fig. 4).

første melkeveisforskere, har foretat grundige sammenligninger og fundet, at det er intet i veien for denne tanke, uten dog at observationene tillater nogen bestemt avgjørelse. Heller ikke er det mulig at faa spørsmaalet avgjort ved hjælp av det før citerte arbeide av Charlier over B-stjernernes system.

2. Fiksstjernernes bevægelser.

At fiksstjernerne i det hele tat bevæger sig indbyrdes er en erkjendelse av forholdsvis ny dato. I oldtiden og middelalderen blev de betragtet som absolut ubevægelige og fik derav sit navn. Det var helligbrøde at tænke sig at der kunde finde forandring sted i uforanderlighetens verden. Dog magtet frie aander at hæve sig over tidens tænkning. Oldtidens genialeste astronom, Hippark (ca. 180 f. Kr.) utarbeidet verdens første stjernekatalog, ifølge Plinius for at eftertiden ved dens hjælp skulde kunne avgjøre om der dukket frem nye stjerner. Ifølge Ptolemæus skal han desuten til forklaring av præcessionen først ha tænkt sig at Dyrekredsens stjerner bevæget

Fig. 6. Karlsvognen for 50 tusen aar siden (til venstre), nu (i midten) og om 50 tusen aar (til høire).

sig langs Ekliptiken, medens de øvrige fiksstjerner var faste. Faktisk paavist blev disse bevægelser først av Edmond Halley, Newtons ven, (1718) idet han ved hjælp av Ptolemæus' stjernekatalog i »Almagest« (137 e. Kr.) beviste at enkelte av himmelens klareste stjerner maatte ha forandret sin indbyrdes stilling merkbart siden oldtiden.

Paa grund av det ufuldkomne materiale lykkedes det Halley at paavise bevægelser kun hos et faatal av stjerner. Tobias Meyer som forføiet over Ole Rømers observationer kunde allerede (1760) paavise et langt større antal egenbevægelser. Ved hjælp av nutidens forfinede maaleapparater, specielt fotografiapparatet, er der paavist bevægelser hos et meget stort antal stjerner. Forskyvningene er overalt meget smaa, og beløper sig i høiden til nogen faa buesekunder om aaret.

Naar vi ser bort fra smaa stedforandringer av aarlig periode som skyldes jordens bevægelse om sin akse og om

solen, falder de resterende egenbevægelser skarpt i to grupper, nemlig retlinjede bevægelser gjennem rummet og to eller flere stjerners banebevægelser omkring deres fælles tyngdepunkt. Denne deling motsvarer en inddeling av stjernerne i enkelte og dobbelte stjerner. Disse sidste er overmaade interessante fordi de viser at vort solsystem ikke er enestaaende i sit slags, men kun et ganske almindelig eksempel paa de sedvanlige forhold i stjerneverdenen. Mens vort solsystem bestaar av en lysende klode og en skare mørke drabanter, maa de systemer som skal kunne observeres i kikkerter nødvendigvis bestaa av flere lysende kloder. Desuten maa de staa forholdsvis langt fra hinanden for i det hele tat at sees adskilt. Men dobbeltstjernerne kan paavises næsten like sikkert ad ganske andre veier, nemlig ved at den ene klode stiller sig mellem os og sin ledsager og formørker denne. Dette maa medføre periodiske vekslinger i stjernens klarhet nøiagtig slik som vi iagttar det hos talrike variable stjerner.

Ad disse forskjellige veier og ved statistik og beregning er det blit klart, at saa langt fra at være undtagelsestilfælder er det den store almindelighet at flere kloder er forenet til mindre systemer, slik som vi ser det i vort solsystem. Mindst halvdelen av alle himmelens stjerner er dobbelte. Det er saa meget vigtigere som vi derigjennem kan slutte at vort solsystem ikke indtar nogensomhelst særstilling blandt universets øvrige kloder. Tvertom er der eksempler paa alle mulige kombinationer, ifra to kloder som næsten berører hinanden og roterer omkring deres fælles tyngdepunkt i løpet av faa timer, til flerdobbelte systemer hvor omløpstiden er mange hundrede aar.

Ser vi bort fra dobbeltstjernernes omløp om hinanden, blir det tilbake kun bevægelser langs rette linjer med konstant hastighet. Banerne er vel i virkeligheten krumme; men inden den korte tid stjernebevægelserne er observert, er det ikke mulig at finde avvikelse fra den rette linje. Tegner vi ind paa et stjernekart de observerte egenbevægelser betegnet ved pile, gir det hele ved første øiekast indtryk av et haapløst virvar. Det var derfor ganske naturlig at den første hypotese som blev stillet om egenbevægelserne var, at disse var fordelt absolut uten lovmæssighet. Oldtidens kos-

mos blev den nyere tids kaos. Selv længe efter at vidtgaaende lovmæssigheter var opdaget blev denne hypotese lagt til grund for undersøkelserne, og den anvendes i modificert form den dag idag. Den førte til en statistik som systematisk overdækket bevægelsernes sande natur like ind i det tyvende aarhundrede.

Den mest iøinefaldende lovmæssighet i egenbevægelserne er at stjerner som sees som en bestemt gruppe paa himmelen, har likestore og likerettede hastigheter. Saadanne kaldes med et engelsk uttryk: moving clusters. De repræsenterer ten-

Fig. 7. Egenbevægelser hos en stjernegruppe (Hyaderne). Pilenes længde angir stjernernes stedforandring i 50 tusen aar.

densen til systemdannelse paa et høiere trin. Stjernernes indbyrdes avstander inden en slik gruppe er altid av samme orden som avstanden fra solen til de nærmeste fiksstjerner, mens dobbeltstjernernes indbyrdes avstand kan sammenlignes med jordens avstand fra solen. Den gjensidige gravitationsvirkning blir da næsten umerkelig selv i meget lange tidsrum.

Et godt eksempel er stjernegruppen i Hyaderne, den tæller foreløbig et antal av 39 stjerner; men der gives sikkert flere som endnu ikke er fundet. Fig. 7 viser disse stjerners egenbevægelser indtegnet paa et stjernekart. Pilerne har en iøinefaldende tendens til at gaa mot samme punkt. Dette behøver ikke at bety at retningene virkelig konvergerer. Det sandsynlige er at hastighetene er parallele og like store, og at konvergensen er et rent perspektivisk fænomen, paa samme

maate som linjerne i en gate løper sammen i det perspektiviske forsvindingspunkt. Gruppen er meget nøie undersøkt av Lewis Boss. Dens medlemmer indtar et næsten kuleformet rum med svak tendens til sammenstuvning mot centrum. Centrets avstand fra jorden er paa forskjellig vis bestemt til at være omkring 10 millioner jordbaneradier. Gruppens diameter er omkring en sjettedel av denne avstand. Hele gruppen bevæger sig parallelt Melkeveiens plan med en hastighet relativt til solen paa omkring 45.6 km. pr. sekund. Paa grundlag herav kan vi opspore gruppens fortid og fremtid. Den var nærmest solen for 800 000 aar siden, og Boss har beregnet at om 65 millioner aar vil den se ut som en almindelig stjernehop med 20 bueminutters diameter, fuldstændig usynlig for det blotte øie.

En anden meget interessant stjernegruppe er opdaget i Den Store Bjørn. Til den hører de fleste stjerner i dette stjernebillede og desuten endel av himmelens klareste stjerner, som Sirius, β i Kusken, Gemma i Kronen og andre. Stjernerne i denne gruppe viser en meget eiendommelig anordning. De er nemlig alle meget nær gruppert i et plan som staar lodret paa Melkeveiens plan. Mange av de tilhørende stjerner er dobbelte, og det underligste er at planene for disse stjerners baner falder sammen med systemets plan. Ogsaa denne gruppe bevæger sig parallelt med Melkeveiens plan. En tredje gruppe er i ny tid funden i stjernebilledet Perseus samtidig av Boss, Kapteyn og Eddington. En fjerde findes i Svanen o.s.v. Det er sandsynlig at tendensen til at danne slike grupper av høiere orden er meget mer almindelig end hittil konstatert, da de er overmaade vanskelig at skille ut fra egenbevægelsernes øvrige kaos.

Det er herigjennem blit klart, at stjernerne i almindelighet har en bevægelse. Men da solen jo ogsaa er en stjerne, maa ogsaa den bevæge sig. Ser vi for et øieblik bort fra stjernernes egne bevægelser, ser vi let at en bevægelse gjennem rummet av solen med dens planeter maa gi sig tilkjende ved at stjernerne synes at vike bort fra det punkt solen bevæger sig imot, solsystemts Apex, og de vil bevæge sig henimot det diametralt motsatte punkt: solens Antiapex. Stjernerne vil synes at strømme fra Apex til Antiapex. Naar stjernernes egne

bevægelser tages med i betragtning forandres rigtignok forholdet; men det blir i gjennemsnit det samme hvis disse bevægelser tænkes fordelt absolut uten lovmæssighet. Det var paa grundlag av disse enkle betragtninger at Herschel gjorde de første forsøk paa at bestemme solens bevægelsesretning. Endskjønt han ved sit første arbeide i 1788 kun benyttet 7 stjerner, stemmer hans resultater meget godt med nutidens bestemmelser.

De paalideligste bestemmelser paa dette felt er gjort av Lewis Boss og W. W. Campbell, Lickobservatoriet, begge i 1910—11. Boss' bestemmelse av Apex er basert paa hans store verk: Preliminary general Catalogue of 6188 stars, og har utelukkende egenbevægelserne til utgangspunkt. Campbell benyttet sine bestemmelser av radialhastighetene av 1193 stjerner. Av disse kunde han bestemme solens lineære hastighet til 19.5 km. pr. sekund.

I disse arbeider er det imidlertid gjentagne ganger kommet til systematiske avvikelser som gjorde det indlysende at hypotesen om stjernernes regelløse bevægelser ikke kunde være rigtig. Det kom allerede godt frem i Herschels senere arbeider, idet mange stjerner viste en paafaldende tendens til at bevæge sig mot Apex, en tendens som stod i direkte kontrast til den anvendte hypotese. Dog blev det først Kapteyn, (Groningen) som i 1904 fremla de fuldstændige beviser ved opdagelsen av de to stjernestrømmer. Det viser sig at det alt overveiende antal av alle undersøkte stjerner viser en meget sterk tendens til at strømme i to motsatte retninger. En strøm i en retning kunde skyldes solens bevægelse; men en strømning i to retninger maa nødvendigvis være en indre egenskap ved stjernernes egne bevægelser. Efter 1904 er der gjort en masse undersøkelser specielt paa dette felt og alle samstemmer paa dette punkt. Antallet av stjerner i den ene strøm forholder sig til antallet av stjerner i den anden strøm som 2 : 3. Det er ikke en flok stjerner der bevæger sig mot de øvrige som bakgrund. Begge strømmer er fuldstændig blandet om hinanden og gjennemsnitlig omtrent i samme avstand fra solen. Det er indlysende, at den linje som forbinder de to strømretninger maa være av fundamental betydning for be-

vægelsernes forløp. Den ligger nøie i Melkeveiens plan, ikke langt fra solens Apex, og gir en forklaring paa de avvikende bestemmelser av denne.

Denne tendens til strømning maa ikke tages altfor bokstavelig. Foruten strømhastigheten har hver stjerne en individuel hastighet indenfor sin strøm. Forholdet er meget træffende sammenlignet med en stor flok fugle der bevæger sig som helhet gjennem luften, samtidig som hver fugl flyver omkring inde i flokken. Kapteyn tænker sig forholdet forklaret ved at to adskilte stjerneflokker virkelig er støtt sammen i rummet og er for øieblikket blandet, for til slut at bevæge sig videre til hver sin kant.

Denne fremstilling forkastes av mange da den kaster et skjær av tilfældighet over fænomenet. Den fremragende tyske astronom og matematiker Schwarzschild (død under verdenskrigen) har gjort opmerksom paa, at det vi iagttar kun er at stjernerne viser en større tendens til at bevæge sig langs strømmens retning end tvers paa denne — intet mer. Schwarzschild tænker sig forholdet forklaret ved at stjernerne utfører en centralbevægelse om et centrum med nogenlunde cirkelformede baner, dog ikke som i solsystemet hvor alle planeter gaar til samme kant, men slik at alle omløpsretninger er like hyppige. Hvad som kan være rigtig eller galt i disse to maater at forklare fænomenet paa, kan neppe nu avgjøres. De beviser kun at en forklaring kan tænkes.

Idet vi fra fiksstjernerne gaar over til undersøkelse av bevægelsestilstanden hos stjernetaakerne, kommer vi over paa et felt hvor alle undersøkelser endnu befinder sig paa det tidligste stadium, men hvor alt taler for at vi kan vente os de største overraskelser i fremtiden. Paa grund av at taakerne savner skarpt definerbare punkter, vil det altid være vanskelig at kontrollere deres stedforandring paa himmelen. Hastigheten i synslinjens retning kan derimot bestemmes ved spektroskopet paa samme maate som for almindelige stjerner.

En mønstring av taakeplettene med spektroskopet har ført yderligere til at utdype den kløft som allerede fordelingen paa himmelkulen har bragt for lyset som eksisterende mellem de tre arter taaker. De formløse gastaaker viser gjennemsnit-

lig ingen hastighet langs synslinjen. I forhold til hele stjernesystemet synes de at staa stille i rummet. De planetariske taaker bevæger sig derimot med en hastighet som gjennemsnitlig er større end fiksstjernernes hastigheter (ca. 40 km. pr. sek.). Det synes som om disse taaker med stor fart falder ind mot Melkeveiens plan og det indre stjernesystem. Dette har ført til at enkelte forskere, bl. a. Arrhenius, har opstillet den hypotese at planetartaakerne oprindelig ikke tilhørte Melkeveisystemet, men at de i tidens løp er »indfanget« fra det omgivende verdensrums ukjendte vidder.

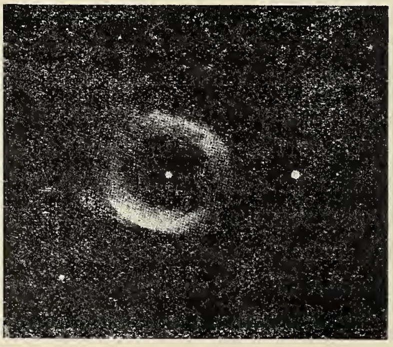


Fig. 8. Planetarisk ringtaake i Lyren.

Som spiraltaakerne allerede ved sin fordeling paa himmelkulen syntes at forraade at de intet hadde med fiksstjernesystemet at gjøre, synes deres bevægelsestilstand avgjort at fornegte enhver direkte sammenhæng. Talrike maalinger av spiraltaakers radialhastighet gir som slutresultat en gjennemsnitshastighet paa over 600 km. sek. (efter Curtis). Da det er meget usandsynlig at hele bevægelsen netop skulde foregaa i radial retning, maa for det første den totale hastighet være større end radialhastigheten; men for det andet maa vi vente at finde en meget stor vinkelbevægelse av sigtelinjen til taakerne, forutsat at disse befinder sig inden vort melkeveisystem.

Professor Curtis, Lickobservatoriet, har foretat omhyggelige undersøkelser over dette problem. Ved et av sine tidligere arbeide over 66 stjerner fandt han for disse en gjennemsnitlig vinkelbevægelse av synslinjen paa 0.033 buesekun-

der om aaret. Det er en størrelse som ligger ret nær grænsen for hvad som kan maales. I en artikel vaaren 1919 summerer han imidlertid sine resultater derhen, at det for spiraltaaker i grunden ikke er lykkedes at kunne paavise nogen forskyvninger til siden. Dette maa, mener han, tydes slik, at disse er umaadelig fjernere end alle andre himmellegemer, at de faktisk er melkeveisystemer sideordnet med vort eget.

Foruten bevægelser av taakemasserne som helhet foregaar der i n d r e bevægelser i taakerne, idet deres enkelte

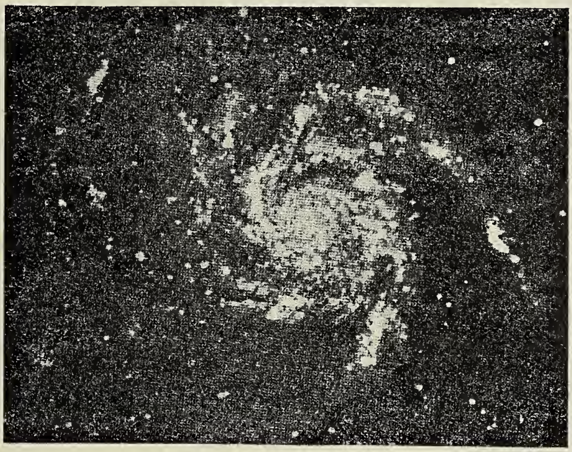


Fig 9. Roterende Spiraltaake i Ursa Major. (Messier 101).

deler bevæger sig relativt til hverandre. Mens gastaakerne som helhet synes at staa stille i rummet, befinder deres enkelte deler sig sandsynligvis i heftige hvirvelbevægelser. Dette er i allefald paavist for Oriontaakens vedkommende av de franske astronomer B o u r g e t, F a b r y og B u i s s o n i Marseilles. For spiraltaakernes vedkommende er rotationsbevægelse sikkert paavist hos den store Andromedataake og den kjendte taake i Berenices haar (fig. 5). Begge disse staar saa sterkt paa skraa at spektroskopet kan anvendes. Dette er ikke tilfælde med de spiraltaaker som viser sin hele flate. Adrian von Maanen har her angrepet problemet direkte og ved almindelig vinkelmaaling søkt at paavise relativbevægelser hos en taakes enkelte punkter. (Spiraltaake i Ursa Major). Resultatet blev

over forventning. Bevægelsernes retning synes stort set at falde langs spiralgrenene, men de synes at foregaa baade utover og indover mot taakens centrum. Det gaar dog neppe an at tillægge disse forsøk nogen avgjørende værdi utover den at de aapner hittil uanede perspektiver for fremtidig forskning.

3. Stjernernes utviklingshistorie.

Alle lovmæssigheter ved stjernernes bevægelser og fysiske tilstand, som hittil er beskrevet, har det til fælles at de kun angir rent mekaniske relationer. De antyder ingen utvikling og gir intet holdepunkt for en kosmogoni. Men det er just her at menneskenes interesse altid er høispændt. Fortid, nutid og fremtid danner en kontinuerlig strøm, og den fulde viden kræver kundskap om alt. Det er den ubrutte sammenhæng i tilværelsen som interesserer — ikke dens rent løsrevne faser som maa omgives med et spind av refleksion for i det hele at kunne bevares i erindringen. Ut fra det samme instinkt har alle dage astronomi været forbundet med kosmogoni, og den førstes store eksakthet paa et enkelt felt har forlenet den sidste et anstrøk av troværdighet den saa visst ikke har fortjent. Alle forsøk paa at utforske stjernernes utviklingshistorie var før Herschel grundlagt utelukkende paa spekulation og analogislutninger; og naar vi erindrer at ethvert saadant forsøk i virkeligheten kræver en samtidig anvendelse av den samlede naturvidenskap, bør vi ikke være for tilbøielige til at tro spørsmaalet endelig løst.

Alle kosmogoniske hypoteser som blev fremsat før den moderne varmelære blev grundlagt, lider av den væsentlige svakhet at de ikke kan paapeke *faktiske retningslinjer* som den fysiske utvikling i alle tilfælder naturnødvendig maa følge. En slik retningslinje besitter vi nu i varmeteoriens to hovedsætninger. De utsier helt enkelt at energi i almindelighet ikke kan skapes og heller ikke forsvinde; men praktisk forsvinder energien allikevel derved at *nytteenergien* ustanselig formindskes. Dette energiens værditap foregaar paa den maate, at al mekanisk energi har tilbøielighet til at gaa over i varme, og varmen »forsvinder« ved straaling ut i verdensrummet. Saaledes taper solen utvilsomt daglig varmeenergi gjennem varmestraaling. I det lange løp

kan dette ikke foregaa uten at dens temperatur vil synke, og den maa fortsætte at synke indtil solen ikke avgir mer varme-energi end den selv mottar fra andre kloder. Paa samme maate maa det være med alle himmellegemer. Det hele maa da gaa mot en likevegtstilstand hvor alle kloder har samme temperatur og den mekaniske energi et minimum. Det er denne tænkte endetilstand hvor al bevægelse er ophørt som er blit kaldt »den Clausiuske varmedød« efter Clausius som var en av dem som først opdaget denne konsekvens av varme-teorien. For saa vidt som vi har tiltro til en saa enorm ekstra-polation ut over al erfaring, maa vi derfor være fuldt opmerk-som paa at den moderne fysik antyder universets uoprettelige undergang fremkaldt ved klodernes stadige varmetap ved straaling til verdensrummet.

Klodernes utvikling foregaar altsaa med en stadig energi-utgift. Dette enkle forhold er det som er bestemmende for hele universets utvikling. Av denne sætning kan vi utlede at en stjernes voksende alder i det lange løp maa ledsages av faldende temperatur. Vi indser herigjennem at i det store og hele maa hvitglødende stjerner være yngre end svakt-lysende, rødlige stjerner. Nu kan imidlertid stjernernes tem-peratur til en viss grad bestemmes ved at spalte deres lys i dets farvede bestanddele ved at la det passere et prisme. Ved forskjellige temperaturer vil farverne fremtræ med forskjel-lig indbyrdes styrke. Hos de mest hvitglødende stjerner vil de blaalige og violette farver træ klarest frem. For lavere temperaturer vil lysintensiteten være sterkest i de grønne og gule partier; og for de laveste temperaturer som forekom-mer blandt de selvlysende stjerner, vil de røde farver være fremherskende. Paa grundlag av indgaaende studier av lys-styrkens fordeling paa de forskjellige farver i stjernernes lys er det da at Secchi, Lockyer, miss Maury og andre har ment at kunne slutte tilbake til stjernernes alder og ut-viklingstrin.

Disse begyndende forsøk til en eksakt forstaaelse av ut-viklingen har imidlertid staat isolert uten utsigt til at bli be-kræftet eller benegtet fra uavhængig hold. Det vakte derfor berettiget opsigt da det blev klart at de resultater som er fundet paa denne vei har en fuldstændig parallel i en be-

stemt lovmæssighet for stjernernes bevægelser. Det viser sig nemlig klart ved nærmere undersøkelse at en stjerne bevæger sig desto hurtigere jo koldere den er. De hvite Orionstjerner har de mindste hastigheter, i gjennemsnit omkring 6 km. i sekundet. Derfra vokser hastighetene jevnt med avtagende temperatur slik at de rødeste stjerner i gjennemsnit har en hastighet paa 17 km. i sekundet. Stjernetaakerne deler sig skarpt i 3 klasser. De formløse gastaaker har ingen hastighet. Ringtaakerne derimot har større hastighet end stjernerne og passer nærmest ind efter de rødeste stjerner. Spiraltaakerne har enorme hastigheter.

Det ser efter dette bokstavelig ut som om stjernerne fødes av de formløse gastaaker og begynder sit liv med høi temperatur og ingen hastighet. Eftersom tiden gaar avtar deres temperatur samtidig som deres hastighet vokser. Er denne tankegang rigtig, maa der spores parallele lovmæssigheter i stjernernes fordeling paa himmelen naar vi inddeler dem efter temperaturen. Dette er ogsaa i høi grad tilfælde. De formløse gastaaker staar i store masser i Melkeveien og utgjør vel enkelte steder en væsentlig del av denne, mens de er sjeldnere utover mot dens poler. De hvite stjerner er ogsaa sterkt koncentrert om Melkeveien. Denne tendens avtar med temperaturen slik at de rødeste stjerner fremviser en næsten regelløs fordeling over hele himmelhvælvingen.

Dette er i en sum de væsentligste av de observerte fakta som staar til raadighet for et forsøk paa en helhetsanskuelse av universet i dets nuværende tilstand og dens tilblivelse. Det er klart at vi vet forlitet til at kunne dra endelige slutninger, og de forskjellige astronomer har fremsat forskjellige arbeidshypoteser; men enkelte træk synes at være sandsynlige for alle. Det er vanskelig at tænke sig andet end at stjernerne har opstaat i Melkeveiens plan. Formodentlig har de faat sit stof fra uregelmæssige gastaaker eller kanske ifra mægtige meteorstrømmer. Da alle stjerner vi kjender har en rotationsbevægelse, maa ogsaa det oprindelige stof ha hat en slik bevægelse. For Orionstaakens vedkommende er rotationsbevægelser som før nævnt sikkert paavist, og vi har derigjennem grund til at anta at ogsaa andre gastaaker roterer. Ut av de roterende stofmasser utskilles paa en eller anden vis

de avgrænsede stofmasser som senere skal danne et isolert solsystem. Ved avkjøling maa disse masser trække sig sammen. Derved økes efter kjendte principper rotationshastigheten. Til slut vil den oprindelige klode som endnu befinder sig i meget diffus tilstand dele sig op i to eller flere mindre kloder. Der opstaar en dobbeltstjerne. Ved videre avkjøling kan det hænde, at de enkelte kloder inden denne spalter sig paa ny, og vi faar et helt solsystem med soler, planeter og maaner. Dette solsystem befinder sig imidlertid under indflydelse av hele fiksstjernesystemets samlede gravitationsvirkning. Paa samme maate som en sten som slippes falder hurtigere og hurtigere ned mot jorden, maa ogsaa de nydannede stjerner falde hurtigere og hurtigere ind mot systemets centrum. Forutsat at de ikke møter nogen hindring, maa de svinge like langt over paa den motsatte side, tilbake paa ny, og saa videre frem og tilbake uten stans. Vi kan beregne størrelsesordenen for en slik svingning frem og tilbake. Den værdi som findes ligger omkring 300 millioner aar. Den er den samme for alle stjerner inden det centrale parti. Dette tidsrum er mindre end de tidsrum geologerne fordrer til jordens utvikling. Hvis de foregaaende betragtninger har nogen faktisk anvendelse paa stjernernes bevægelser, maa en stjerne i løpet av sin levetid pendle mange ganger frem og tilbake.

Denne enkle tankegang, som er antydet av Eddington og Turner og matematisk bearbeidet av G. Darwin, Poincarè, Jeans og andre, gir en simpel forklaring paa de to stjernestrømmer. Den ene strøm bestaar av stjerner som falder ind mot centrum; den anden strøm bestaar av stjerner som kommer fra den anden side og bevæger sig bort fra centret. Tar vi op tanken om at Melkeveisystemet er en eneste spiraltaake, blir dette endnu mere forstaaelig. Da maa øiensynlig kloderne strømme langs de to spiral-armer, møtes i centret og blandes paa begge sider i to motsatte strømretninger.

Det spørsmaal reiser sig da: hvorledes blir spiraltaakerne til, hvorledes opretholder de sin form og hvilken blir deres endelige tilstand? Paa det første spørsmaal kan intet svar gives. Det er klart at just her ligger en av astronomiens største gaater skjult. Uten om den kommer man i ethvert fald

ikke. At spiraltaakerne eller melkeveisystemet skulde være i varig likevegt, kan paa mekanikkens nuværende standpunkt kun tænkes gjennem en eller anden art rotationsbevægelse. En saadan rotationsbevægelse er ogsaa konstatert hos flere spiraltaaker, saaledes hos taaken i Andromeda, taaken i Berenices haar og flere. Den endelige likevegtstilstand maa imidlertid for ethvert stjernesystem bli en regelmæssig fordeling av kloderne indenfor et kuleformet rum, slik at hver klode opfører sig som et molekyl i en gasmasse. For Melkeveiens vedkommende er imidlertid denne endetilstand overordentlig fjern.

Naar vi nu stanser og skuer tilbake paa det perspektiv stellarastronomien har rullet op for vort blik, staar det klart, at dens adskilte erfaringer endnu ikke naturlig kan forenes til en altomfattende hypotese. Vi ser glimtvis for os konturerne av den bygning som det vil bli eftertiden forundt at beskue i fuldt dagslys. Den løse sammenhæng mellem stellarastronomiens forskjellige gebeter gjør at dens erkjendelsesteoretiske grundlag ofte blir overordentlig svakt, slik at det her mer end noget andet sted gjælder at skjelne mellem videnskapen og dens hypoteser. Alle vore iagttagelser er begrænset indenfor nogen hundrede aar, mens en stjernes alder maa være mangfoldige tusen millioner aar. Vi kan aldrig haape at kunne iagtta en og samme stjernes liv fra fødsel til død. Vi maa stadig søke samtidige iagttagelser av stjerner paa forskjellig utviklingstrin og ut fra almindelige naturlover slutte os til rækkefølgen. Denne fremgangsmaate hviler igjen paa den dristige hypotese at de fysikaliske naturlover vi konstaterer her paa jorden har u n i v e r s e l gyldighet. Vi ser derfor at den moderne stellarastronomi i sidste instans hviler paa den samme store tanke som alle dage, bevisst eller ubevisst, har været ledetraad for forskeren: troen paa ubrutt sammenhæng, enkelthet og enhet i hele tilværelsen.

Vore arktiske planters geologiske forhold.

Av **P. A. Øyen.**

Vort land eier vel en høifjeldsflora som faa. Det skulde derfor ogsaa være at vente at vi i vort land skulde kunne finde dens forløpere som paa faa andre steder, eller med andre ord, at vi skulde kunne være istand til inden vort lands grænser at følge dens tidligere utbredelse og dens vandringer som paa faa andre steder.

Grundlaget for disse undersøkelser maa imidlertid være at vi kjender denne plantegruppes nuværende utbredelse i vort land saa nøiagtig som mulig. I en artikel om „Vor høifjeldsflora og vort lands arktiske vegetation“ i „Aftenposten“, 2 august 1919, nr. 372, har jeg søkt at gi en liten karakteristik av dette forhold. Her vil jeg kun minde om, at vi allerede for over hundrede aar siden i vor altfor tidlig bortgangne berømte botaniker Christen Smith hadde en fremragende pioner paa dette omraade. Allerede ved sine utstrakte fjeldvandringer somrene 1807 og 1810 hadde Smith lagt en god grundvold, der saa i høi grad utvidedes og befæstedes paa hans store fjeldreise i 1812 og paa hans „opdagelsesreise“ i Jotunfjeldene 1813. Smith's utenlandsreiser og snare bortgang i Kongo allerede 22 september 1816 avbrøt et lovende forskerliv, kun 31 aar men dog saa rikt. Det blev Axel Blytt som med et rundt tal et halvt aarhundrede senere kom til at fortsætte utforskningen av vor høifjeldsflora, og hvad mere var ogsaa vore andre floristiske forhold i en utstrækning der ledet hans tanker ind paa et andet nyt omraade, idet han i likhet med, hvad allerede flere britiske forskere hadde gjort, ikke længere lot sig nøie med at studere vor planteverdens geografiske forhold men ogsaa trak dens geologiske med ind i undersøkelsen. Dette var i vort land ikke tidligere gjort. Og her aapnet sig for den unge forsker et rikt omraade. Og det varte ikke længe før Blytt paa dette omraade bragte ind nye tanker, idet han i tilslutning til grupperingen av vor nuværende flora i visse elementargrupper ogsaa lykkedes at overføre en lignende og tilsvarende gruppering paa de samme

floraelementers optræden i vore torvmyrer med deres vekslende torv- og stubbelag, da han 19 januar og 22 oktober 1875 i Kristiania videnskapsselskap foredrog sin avhandling: „Forsøg til en theori om indvandringen af Norges flora". Dermed var „Blytts teori" fremstillet i sine grundtræk om end ikke i den endelige utformning, saaledes som han selv senere fandt at burde tilrettelægge det forskjelligartede materiale. Men det fundamentale princip: „vekslende regnfulde og tørre tider" som det egentlige aarsaksforhold forblev uforandret. Det var en lang og betydningsfuld række av publikationer der om dette emne efterhaanden saa dagens lys fra Blytts haand, og hvad der forelaa i manuskript og ubearbeidet materiale ved hans uventet tidlige bortgang viste tydelig at han endnu med fuld kraft og usvækket energi stod midt oppe i sit betydningsfulde arbeide, der imidlertid allerede mens han levet hadde været istand til at gjøre sin indflydelse gjældende overalt i den plantegeografiske og plantegeologiske forskning.

Selv hadde Blytt sammen med Steenstrup indsamlet „arktiske" planterester fra leret i bunden av de danske torvmyrer og han fremhævet ofte saavel i sine forelæsninger som i den mundtlige diskussion at lignende rester ogsaa burde findes hos os under gunstige forhold. Men det lykkedes ikke ham selv at finde saadanne og heller ikke hadde han den glæde at opleve at saadanne fund blev gjort hos os. Dog varte det ikke saa længe efter hans død førend saa skete. Men en tilfredsstillelse hadde han dog i denne henseende, nemlig i 1891 at finde *Dryas octopetala* i kalktuffen ved Leine, og det „nu er jeg tilfredsstillet" som han ved den anledning utropte, lød dengang for mig omtrent som et klassisk „eureka". Disse lag med *Dryas* ved Leine viste sig imidlertid at tilhøre ikke den arktisk-glaciale tid men den tid Blytt betegnet som den „boreale".

Foruten i kalktuffen ved Leine var *Dryas octopetala* ved begyndelsen av aarhundredet som fossil i vort land kun i et enkelt blad kjendt fra leret i Værdalsskredet sammen med *Alnus* og *Ulmus*. *Salix reticulata* var derimot paa dette tidspunkt ikke med sikkerhet paavist som fossil i vort land undtagen i den ovenfor omtalte kalktuf ved Leine.

Tiltrods for det temmelig ufuldstændige kjendskap man paa Blytts tid hadde til den egentlige karakter av de fleste av vore kvartæravsætninger saa hadde han dog utformet sig en klar oversigt over rækkefølgen av indlandsavsætningene, og dette skete i nær tilslutning til de britiske anskuelser. At Blytt paa et forholdsvis tidlig stadium i den henseende kunde naa saa langt som han gjorde hadde vistnok sin ganske naturlige grund deri at han for planternes vedkommende gik ut fra den vistnok almengyldige lov „at langsom vandring over smaa strækninger er regelen, og at pludselige og lange vandringer hører til undtagelserne“, mens „de store sprang i arternes udbredelse tyde da paa en større udbredelse i svundne tider“. Ogsaa dette fandt han sterkt begrundet i nutidsforholdene, ti „Dryasformationen er i sine grundtræk den samme lige fra Hardangervidden til Finmarken“. Og dette har jo Normans og Dahls undersøkelser i høi grad tjent til at bekræfte.

Og ifølge sin opfatning av disse helt lovbestemte forhold kunde saa Blytt allerede i 1878 opstille det fuldstændige profil av en dansk og sydnorsk torvmyr:

1. Istidens sidste avsnit, fugtig.
2. Ler med arktiske planter, kontinentalt.
3. Torv med *Populus tremula* og *Betula odorata*.
4. Stubbelag og skogrester.
5. Torv med furustammer og muligens stenredskaper.
6. Stubbelag og skogrester med hassel, ek etc.
7. Torv med *Quercus sessiliflora* og bronceredskaper.
8. Stubbelag og skogrester.
9. Torv med *Sphagnum*.
10. Nutiden med stubber og skog.

Og i den forbindelse gjør da ogsaa Blytt opmerksom paa at „dette profil viser den vekslende periode af tørre og fugtige tider, og det giver tillige en oversigt over vor floras indvandring“.

Og henimot aarhundredskiftet resumerte Blytt sine erfaringer i et foredrag som var emnet til at holdes ved naturforskermøtet i Stockkolm 1898, men her overrasket døden ham. Men hans fuldt færdige manuskript om den norske

floras indvandringshistorie er senere blit trykt i Bergens museums aarbok for 1909, og her finder man saa gjentat og nærmere begrundet hvad der allerede er meddelt i ovenstaaende fremstilling. Dette kan man derfor ogsaa si markerer forskningens standpunkt i vort land med hensyn til de arktiske planters historie ved aarhundredskiftet.

Med hensyn til den senere historie skal jeg faa lov til at henvise til den fremstilling jeg har git av denne i min avhandling „Kvartær-studier i Trondhjemsfeltet, III, 1915“ og til en mere utførlig behandling av samme „Den historiske utvikling av kjendskapet til Norges arktiske flora“, som nu er under trykning i „Tidsskrift for historisk botanik, bd. 1, 1918—19“ (Journal de botanique historique, København). Her skal kun resumeres de vigtigere træk, mere specielt kun forsaavidt det angaar de stratigrafisk-geologiske forhold.

Da jeg saa ved mine undersøkelser i det trondhjemske sommeren 1900 ogsaa ofret endel tid paa undersøkelsen av de rikt fossilførende leravsætninger ved Nidaros teglverk og ved Reitgjerdet teglverk lykkedes det mig paa begge disse steder i det saakaldte „glacialler“ at finde bladavtryk av polarvidjen (*Salix polaris*, Wahlenb.). Denne egte høifjeldsplante synes paa begge de nævnte steder nærmest at maatte henføres til avsætninger tilhørende vort lands sidste istid, den jeg har kaldt Portlandia-niveauets eller ogsaa med et andet navn „ishavsskjællets yngste tid“. Disse fund er saaledes ogsaa de første fund av arktiske planter i vort land som saaledes paa en viss maate kan sies at tilhøre det ler som ligger i bunden av vore torvmyrer eller idetmindste paa en viss maate svarer til dette. Jeg har ialfald allerede i min avhandling „Korrelationsopgaver i nordvesteuropæisk kvartærforskning, 1917“, beskrevet en saadan torvmyr der med sine vekslende lag hvilte paa Portlandia-niveauets leravsætninger. Dermed har vi igrunden i vort land naadd til løsningen av et spørsmaal som saavidt jeg vet ikke helt er naadd noget andetsteds. Men dette eksempel er ikke enkeltstaaende.

Den følgende sommer, 1901, lykkedes det mig at finde *Dryas octopetala* og *Salix reticulata* i sandblandet ler og lerblandet sand ved Sandsætervolden ca. 10 km. syd for

Hommelvik jernbanestation. Dette findested laa i en høide av 164.4 m. o. h. og jeg beskrev dette fund ved en tidligere anledning i Kristiania videnskapsselskaps skrifter 1904 som et fund „i vort land før indsjøperioden". Det var tidbestemt ved forekomsten av tallerkenmusling *(Macoma calcaria)* og rur *(Balanus crenatus)* i de selvsamme lag og skulde saaledes tilhøre Mytilus-niveauets tid. Dermed er vi igjen kommet et skridt længere tilbake i tiden.

Og vender vi vort blik endda længer bakover saa ser vi foran os inden Trondhjemsfeltet den lange række av endemoræneækvivalenter der karakteriserer den tid jeg har benævnt Ra-tiden og hvis egentlig ytterste bestembare grænse vi her finder i den saakaldte Ørlandsbanke, det lave land der langt ute som tilsynelatende stænger for Trondhjemsfjorden. I denne Ørlandsbanke lykkedes det mig sommeren 1901 ved Ytterland at opdage et meget rikt findested for arktisk-glaciale fossiler saavel planter som forskjellige dyreformer. Her fandtes „Ishavsmuslingen" *(Portlandia arctica*, Gray), selv i helt høiarktiske varieteter, og her fandtes flere av samme samfund: *Tellina torelli*, *Tellina loveni*, *Bela nobilis*, *Buccinum terrae novae*, *Sipho virgatus*, *Sipho verkrützeni*, *Cylichna sculpta*, *Cylichna occulta*, *Utriculus pertenuis*, foruten høiarktiske bryozoer, det hele utgjørende et f. eks. for Kristianiafjordens omgivelser fremmed dyresamfund. Og sammen med disse fandtes ogsaa blade av *Salix polaris*. Et klimatisk-biologisk tidsbillede, der gir os et meget godt indblik i datidsforholdene. Høiarktisk-hydrografiske forholde har været raadende langs den vestskandinaviske kyst som i det nordsibiriske ishav og langs Nordgrønlands kyster i nutiden, mens store bræer gik ut fjordene og en høiarktisk vegetation fristet en kummerlig tilværelse paa de opstikkende nunatakker. Mot vest og syd og øst utenfor brædækkets rand møtte denne flora i rikere vekst, og eftersom iskanten trak sig tilbake fulgte den med i sin langsomme vandring. Vi ser det inden Trondhjemsfeltet, selv hvor de nu nævnte første fund allerede har ført os fra Ra-tidens ældste del, gjennem denne og den følgende Mytilus-niveauets tid, ja endog videre gjennem Portlandia-niveauets merkelige tidsrum.

Og gaar vi til den sydlige del av vort land, til egnene omkring den indre del av Kristianiafjorden, saa møter vi fuldt tilsvarende forhold. R a - t i d e n har forløpet paa samme maate som inden Trondhjemsfeltet, det viser brædækkets randdannelser os med de tilsvarende fossilførende avsætninger. Og i 1905 lykkedes det mig i Hogstadmarken i Asker i en høide av ca. 183 m. o. h. at finde bladavtryk av *Salix polaris* sammen med avtryk av *Mytilus edulis* og *Macoma baltica* i en terrasse tilhørende P o r t l a n d i a - n i v e a u e t s tid. Og i 1911 fandt jeg vakre bladavtryk av *Salix polaris* i det rikt fossilførende ler ved Bryn gamle teglverk nær Kristiania likeledes tilhørende P o r t l a n d i a - n i v e a u e t s tid.

Der var saaledes allerede for mange aar siden vundet et ret godt og fast grundlag for en korrelation mellem de forskjellige lag inden vort lands nordlige og sydlige del for saa vidt det gjaldt de her nævnte avdelinger av vor kvartære lagrække, og det var kun i paavente at der maatte komme nye supplerende iagttagelser at jeg foreløbig undlot at offentliggjøre en mere samlet oversigt. Men vi stanser ikke her.

Sommeren 1904 lykkedes det mig nemlig i fundamenteringsgravninger i Brochmannsgate i Kristiania sammen med skjælrester i forskjellige lag at gjøre en række vakre plantefund. Det er vel høist sandsynlig at det fund som paa dette sted i overgledet ler gjordes av *Dryas octopetala* sammen med *Portlandia lenticula* skriver sig fra en overgangsavdeling fra det nu netop ovenfor beskrevne Portlandia-niveau til det følgende, „strandsneglens“, eller som jeg har kaldt det L i t - t o r i n a - n i v e a u e t. Men naar vi her finder rester selv av *Betula odorata*, saa tør vi kanske deri se en levning fra selve Littorina-niveauet paa samme maate som den medrevne *Cardium edule* vel helst er at forklare i medrevne dele av P h o l a s - n i v e a u e t s terrasseavsætninger. Forsaavidt en analogi.

Men naar vi saa paa det samme sted under „traugskjællets“ eller M a c t r a - n i v e a u e t s littorale og sublittorale avsætninger finder en utpræget dichotom avsætning, ja til og med gjentat, av sand og lere og vi saa finder disse lag rikt fossilførende, saavel planter som dyr, saa er vi

igjen paa mere sikker grund, naar vi erkjender disse fossilførende lag som hvilende paa Pholas-niveauets leravsætninger. Men om vi end her saaledes med sikkerhet befinder os inden Mactra-niveauets lagrække og finder de faunistiske forhold overensstemmende med dem, saa er vi dog mest tilbøielig til i planter som *Betula nana*, *Salix nigricans*, *Salix reticulata* og *Populus tremula* at se reliktformer fra de to foregaaende perioder, mens arter som *Alnus incana* og *Corylus avellana* hensætter os i selve de „kuldskjære“ løvtræers samfund i Mactra-niveauets utpræget kontinentale tid.

Dermed har vi fulgt den arktiske flora gjennem dens forskjellige faser til den gaar over i den subarktiske og indtil dens rester sammen med dennes som relikter gaar over selv i de senere av et gunstigere klima særprægede tidsperioder.

Vi gaar dermed over til vort Vest- og Sørland. Fra den sydvestlige kyststrækning angir Holmboe i 1903 fra „dvergbirkezonen“ forekomsten av *Betula nana*, *Salix herbacea* og *Empetrum nigrum*, idet han samtidig tilføier, at en „Dryas-zone“ endnu ikke kjendes i Norge. Hvor denne dvergbirkezone nærmere stratigrafisk bestemt blir at henlægge er naturligvis ikke saa godt at si, saalænge ingen mere bestemt tilknytning er tilveiebragt hverken nedad eller opad, men man kunde kanske gjette paa den selvsamme overgangsavdeling som jeg ovenfor har henledet opmerksomheten paa fra Brochmannsgate nemlig overgangen fra Portlandia-niveauet til Littorina-niveauet. Kanske dette floraelement kan tilhøre en tidligere tid derover paa vort Vestland. Men en ting vet vi nu med sikkerhet, at den anskuelse som Holmboe samtidig har gjort sig til tolk for, nemlig at den arktiske vegetation som fossil i vort land kun skulde findes utenfor „raerne“, den holder ikke stik. Det har den foregaaende fremstilling godtgjort.

Rekstad fandt i 1904 *Salix polaris* og *Betula nana* i Gloppen sammen med *Yoldia arctica*, og i 1905 fandt Kolderup *Salix polaris* og *reticulata* samt *Dryas octopetala* i den „epiglaciale“ terrasse ved Eidsland. Da jeg ikke har besøkt nogen av disse steder skal jeg heller ikke kunne

uttale mig mere bestemt med hensyn til den plads disse fund indtar i den kvartære stratigrafi.

Danielsen gjorde det første av sine merkværdige plantefund ved Ottraly ved paasketider 1905, nemlig avtryk av *Salix polaris* og *glauca*. Og samme aars høst fandt igjen Rekstad *Salix polaris* paa et par steder i Søndfjord, nu ogsaa sammen med *Yoldia arctica*, og aaret efter fandt han *Betula nana* i Etne.

I det sidstnævnte aar, 1906, var det saa at Danielsen grov frem de merkværdige mergelboller med skaller og avtryk av bløtdyr og planter: — *Portlandia arctica*, *Mytilus edulis*, *Saxicava pholadis* og *Balanus crenatus* sammen med *Salix polaris*, *glauca*, *lapponum* og *Betula nana*. Det er en merkelig forekomst, idet marlekerne ligger i et ler av helt anden art, altsaa paa sekundært leiested. De er ogsaa ofte slidt paa en merkværdig maate, saaledes at de ofte stikker frem skalrestene av bollerne. Jeg har trodd til sine tider at se en analogi til dette forhold i leret ved Malde paa Jæren og ved Esbjerg teglverker nede paa sydvestkysten av Danmark. Men før man ved Kristiansand finder den ler som de fossilførende mergelboller tilhører og hvorav de er fremgaat vil der altid lægge sig et vist hemmelighetens slør over disse merkværdige og interessante dannelser som Danielsen har megen ære av at ha fremgravet. De viser at endnu har naturforskeren mange gaater at løse.

I 1908 fandt Rekstad igjen *Salix polaris* saavel i Stangvik som paa Ulvundeidet, og samme aar gjenfandt Kaldhol *Salix polaris* i Gloppen. Den geologiske plads er kanske noget uviss.

Et par aar efter, 1910, fandt Danielsen bladavtryk av *Salix polaris*, *glauca* og *lapponum*, *Dryas octopetala* og *Betula nana* ved Fuskeland i Mandalen og samme aar bladrester av *Salix polaris* ved Stokkeland i Greipstad. Og senere har Kaldhol fundet *Salix polaris* paa Nordfjordeid.

Som det nu vil fremgaa av den foregaaende redegjørelse er heldigvis selv for vort lands vedkommende forholdene ikke længer fuldt saa mørke for et arbeide paa det her omhandlede omraade som da for vel firti aar siden Blytt uttalte: „hine fjerne tider ere endnu hyllede i et saadant

mørke, at det for tiden er ørkesløst at indlade sig paa spekulationer angaaende vor arktiske floras indvandring“. Og den raske utvikling fra aarhundredskiftet av gir berettiget haap om fortsatte betydelige fremskridt. Men det er ikke fantastiske spekulationer, der ingen rot har, men iagttagelser der vil føre nærmere mot maalet, videre til det naaes. Og her er det altid godt og interessant at erindre, hvad en amerikansk jordforsker engang har sagt: — en eneste kjendsgjerning er mere værdt end et helt vognlæs av feilagtige anskuelser.

Det er de kjendsgjerninger som jeg i det foregaaende har søkt at sammenstille, der for øieblikket danner det faste grundlag, naar vi skal søke at følge utviklingen av vor arktiske flora, der fra istiden til nu har fulgt en streng lovmæssig utbredelse. Det nøiere kjendskap til denne vil gaa skridtvis frem kun i den mon som disse kjendsgjerningers antal forøkes, indtil man naar saa langt at man paa det erfaringsmæssig vundne grundlag kan bygge videre ogsaa ved generelt rationelle slutninger. Og vi har et land, der som faa egner sig netop for den slags undersøkelser, idet de talrike meget rikt fossilførende ler- og sandterrasser, hvor vi saa at si trin for trin kan læse vor kvartærgeologiske historie, ogsaa avgir et meget rikt felt for plantegeologiske undersøkelser. Og disse maa kunne føre til, at vi trin for trin vil kunne følge vore arktiske planters indvandring med likesaa stor sikkerhet som vi allerede for en stor del kan følge vor arktiske hav- og fjordfaunas indvandring.

Men den geologiske iagttagelse er det eneste middel der sikkert fører mot maalet.

Norsk industri i vikingetiden.

Av Jan Petersen.

Det er flere ganger blit fremhævet at befolkningen i de skandinaviske lande i vikingetiden har været meget talrik. De mange vikingetog, landnaamene og bosættelserne uten-

lands gir os vidnesbyrd herom, som historikerne før har hævdet. Men ogsaa det arkeologiske materiale bekræfter det. Ihvertfald har vi en mængde jordfundne oldsaker fra vikingetiden i vore museer, dels gravfund, dels andre samlede fund, depotfund eller skattefund og desuten enkeltfundne saker. Alt dette er temmelig likt fordelt for hele landet, materialet er jevnt rikt, derved vil ogsaa detaljerne træ klarere frem, og man kan sikrere faa øie paa de lokale forskjelligheter, som maatte forefindes. Inden dette materiale gir helhetsbilledet os indtryk av sterkt forbruk og stor eftersporsel efter varer av forskjellig slags. Detaljstudierne viser os paafaldende lokale eiendommeligheter som er av ikke liten interesse.

Vi skal i denne lille studie ta for en bestemt sort bruksgjenstander nemlig kokekarrene. De hjemmegjorte av disse er enten av klebersten eller av jern (fig. 1—2).

Kleberkarrene er meget almindelige i vikingetidsfundene; der er ihvertfald fundet henimot 400 norske kar, kanske flere ogsaa; de er imidlertid ikke jevnt fordelt over det hele land. Mens de saaledes paa Østlandet er meget almindelige i Smaalenene, paa Romerike og i Vestfold, litt ogsaa i sydøstre del av Hedemarken, findes de omtrent ikke paa Hadeland og i Gudbrandsdalen og slet ikke i Valdres; og paa Vestlandet er de meget almindelige i Rogaland, Hordaland og Hardanger, derimot færre i Sogn og Fjordene. Denne forskjellige utbredelse maa jo ha sin grund, og man vil jo uvilkaarlig tænke sig som en naturlig aarsak, at der er naturlige forekomster av klebersten der hvor kleberstenskarrene er fundet, at man brukte kleberstenskar hovedsagelig der hvor man hadde raamaterialet, at med andre ord kleberstensbruddene i disse distrikter hadde været i drift like fra vikingetiden.

Kleberstenskarrene er ogsaa meget ofte fundet der hvor kleberstenen findes. Paa Østlandet findes kleberstenen netop i Smaalenene, Romerike og i sydøstre Hedemarken, paa Vestlandet netop i Rogaland, Hardanger og Hordaland, mindre i Sogn og Fjordene. Særlig paa Romerike er forholdene paafaldende. Her findes klebersten særlig i Sørum og Nes og de fleste kleberkar er netop fundet i Sørum, Nes og det

mellemliggende Ullensaker. At de ikke er fundet i det kleberstensrike Gudbrandsdalen, maa vel tyde paa at kleberstensbruddene der ikke er saa gamle som vikingetiden. Allerede i 1868 uttalte konservator Anders L o r a n g e at der har været en k l e b e r s t e n s i n d u s t r i her i landet i vikinge-

Fig. 1. Kokekar av klebersten. Ca. 1/5 nat. st.

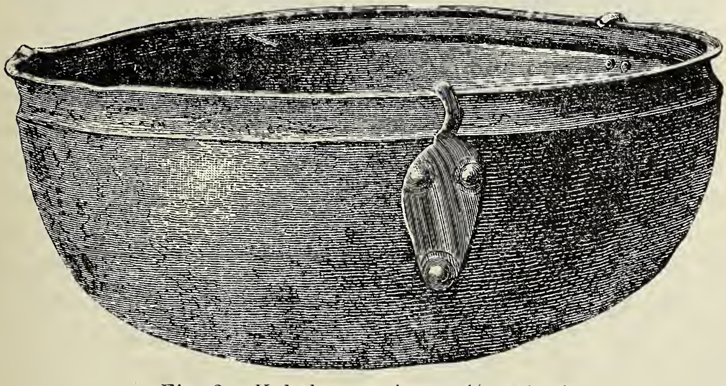


Fig. 2. Kokekar av jern. 1/4 nat. st.

tiden, hvis produkter blev gjenstand for handel og omsætning. At her har været en hjemlig kleberstensindustri synes bekræftet ved den lokale fordeling av kokekarrene, som var den fornemste av de bruksgjenstander som denne industri frembragte. Lorange mente at kunne paavise et gammelt kleberstensbrudd fra denne tid ved Folvelsæteren i Nes paa Romerike. Her skulde ha staat runde stensøiler, i toppen uthulet som en skaal; naar man hadde tilhugget en søile,

uthulet man den i toppen og skar det stykke av; der skulde da bare litt finpussing til, saa var karret færdig, og man fortsatte paa samme maate videre nedover. Disse kar er altsaa fundet i hundredevis her i landet, saa det er ingen ringe industri der her er tale om.

Ogsaa Loranges uttalelse at kleberkarrene har været gjenstand for handel og omsætning, har ganske sikkert sin rigtighet. Paa anden maate kan man vel ihvertfald ikke forklare de mange kleberkar som er fundet i Vestfold, hvor der ikke er klebersten. Over 50 stykker er fundet her, og de maa altsaa være importert fra kleberstensdistrikter. Av interesse ved betragtningen av kleberstenskarrene som handelsvare er den omstændighet at ihvertfald $^1/_4$ av de vestfoldske kar er fundet paa den store vikingetidsgravplads paa Kaupang i Tjølling, som man har ment har været den fra de litterære kilder velkjendte handelsplads Skiringssal. Av nordmanden Ottars reisebeskrivelse til Alfred den store i slutningen av 9de aarh. fremgaar det, at det har været en vanlig reise fra Skiringssal til Hedeby i Slesvig. Her i Hedeby er der ogsaa fundet en mængde kleberkar, sikkert import fra Norge. Disse befinder sig nu i museet i Kiel, og museumsdirektør Fr. Knorr i Kiel har herom været saa elskværdig at gi mig følgende meddelelse: „Es ist eine ausserordentlich grosse Anzahl von Gefässcherben aus Speckstein dort gefunden. Man kann wohl mit Scherben von gegen hundert Gefässen dort rechnen.“ Søndenfra kan nu disse kar ikke godt være kommet, for ifølge den litteratur som direktør Kolderup velvilligst har vist mig, mangler kleberstenen praktisk talt i Tyskland, og vi maa helt ned i Schweiz og Italien for at finde den. Direktør Knorr er da ogsaa klar over at karrene fra Hedeby er kommet nordfra, fra Sverige eller Norge. I Sverige findes der visselig en del klebersten, men kleberstenskarrene findes ikke paa langt nær saa meget der som i Norge. Det er utvilsomt norsk import vi har for os i fundene fra Hedeby, og at denne ikke har været liten, vil fremgaa av den mængde kar som er fundet der, ca. 100 stykker. — Vi har et udmerket eksempel i kleberstenskarrene som handelsvare i et vakkert fund av 5 kleberkar (fig. 3), som blev fundet for nogen aar siden ved Landvikvandet i

Hommedal prestegjeld. Karrene stod indi hverandre som avbildningen viser, like i overkanten av myrjord. De gjør indtryk av aldrig at ha været brukt.

Mens paa Vestlandet kleberkarrene findes i Rogaland, Hordaland og Hardanger, er jernkjelene fra Sogn og Fjordene. Man kunde da dristes til at dra lignende slutninger med dem. Likesom man i Rogaland, Hordaland og Hardanger lavet kokekar av klebersten, fordi man her hadde

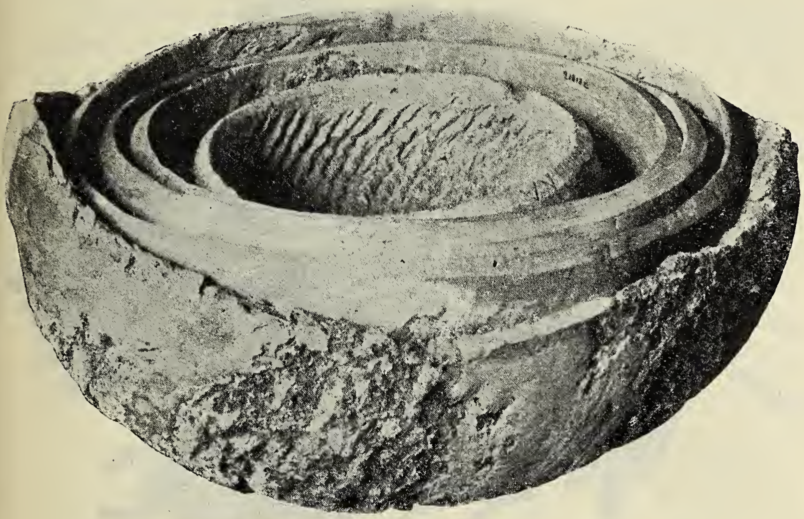


Fig. 3. Kleberstenskar fra Landvikvandet, Hommedal.

klebersten forhaanden, saa lavet man dem i Sogn og Fjordene av jern, fordi man her hadde jernet. Dette sidste er jo en dristigere hypotese, fordi man der ikke kan gaa og peke paa jernforekomsten slik som man kunde med kleberstenen. Jernet blev jo utvundet av myrmalmen, og den har vel været anvendt paa mangfoldige steder. Men man kan dog ad arkeologisk vei paapeke enkelte strøk, hvor jernindustrien i vikingetiden har været mere fremherskende.

I tidsskrift „Oldtiden“ i en avhandling som jeg har kaldt „Jernbarrer“, har jeg søkt at paavise at de saakaldte „vævjern“, 10—20 cm. lange, tynde jernstykker, flathamret i den ene ende, forsynet med bærehul i den anden, har været jernet, raamaterialet, tillaget som barre, en hændig

form hvorved det kunde transporteres fra produktionsstedet til de steder hvor jernet blev smidd til vaaben og redskaper. Disse barrer er da likesom kleberstenskarrene handelsvare. Disse barrer findes ofte mange sammen, oftest i hundredevis; paa Oplandene er der to fund med ca. 600 stykker (fig. 4). Et slikt fund som det avbildede fra Kjøstad i Løiten paa Hedemarken kan sammenstilles med det før avbildede kleber-

Fig. 4. Jernbarrer fra Kjøstad, Løiten.

karfund fra Landvikvandet. Det er industriens produkter som fragtes om som varer. Det er ikke bare som barrer jernet fragtes om, men ogsaa som simple redskaper: økser, hakker, sigdblad, ljaablad. Denne jernindustri synes at blomstre op i 7de eller kanske 8de aarh. e. Kr. Da blir der slik en mængde jernredskaper i fundene paa samme tid som vaabnene blir svære og tunge.

Disse jernfundene har vi paa Østlandet fra Oplandene, Gudbrandsdalen og Valdres, litt ogsaa i dalførene i Buskerud fylke og i Telemark og Sætersdalen. Her er det jernindustrien særlig har været fremherskende. Paa Vestlandet er disse jernbarrer fundet i de indre bygder av Sogn og Fjor-

dene; her er der altsaa forsaavidt kultursammenhæng med Valdres og Gudbrandsdalen. Og nu hørte vi jo at det var netop i Sogn og Fjordene at jernkjelene fandtes paa Vestlandet i motsætning til kleberstenskarrene i Hordaland og Hardanger. Det er da allikevel kanske en sammenhæng mellem den opblomstrende jernindustri og jernkjelene. Et typisk redskap for jernindustridistriktet er ljaabladene, disse utprægede lange redskaper; de er netop blit særlig yndet som gravgods her.

Man burde nu kunne vente, at naar der var større jernindustri i Sogn og Fjordene end i Hordaland og Hardanger, saa skulde ogsaa smedene spille en større rolle i det nordre fylke end i det søndre, og at dette vilde kunne spores i gravgodset. Det er ogsaa tilfældet. Her er en paafaldende mængde smederedskaper netop i disse nordlige bygder. Som et typisk smederedskap kan smedetangen betragtes. Jeg skal nu sætte op en statistik, hvorved motsætningen mellem forholdene i Hordaland fylke og Sogn og Fjordene fylke vil bli indlysende. Som repræsentanter for kleberstensindustrien sætter jeg kokekarrene av klebersten, for jernindustrien jernkjelene, ljaabladene og smedetængene.

	Kleber-kar.	Jern-kjeler.	Ljaa-blad	Smede-tænger.
Hordaland fylke	61	3	4	5
Sogn og Fjordene fylke	20	30	26	26

Her er altsaa en paafaldende forskjel, som maa ha sine aarsaker. Og aarsaken formoder jeg da er den at det er jernindustrien som har været fremherskende i Sogn og Fjordene; jernet har været her i rikeligere mængde; derfor har man lavet sig sine kokekar av jern her, av klebersten søndenfor. Vi hørte at kleberstenindustrien var rent at betragte som en storindustri. Det samme maa gjælde om jernindustrien. Barrene forefandtes i hundredevis, tilsammen er fundet flere tusen her i landet.

Smaastykker.

Lillestrømmens torvmyr. Lillestrømmen er jo blit bekjendt som den raskt op av torvmyren stigende nye by, i kamp med landet omkring, i kamp med myr, med sjø, med elv; ret som det er gjør vandet hærtog. Men plads til at utvide sig har byen som kanske faa, ti det er flatt og vidt utover, saa langt øiet bare kan naa, hadde jeg nær sagt. Men bunden er bløt, det er myr. Husene staar paa stolper istedetfor paa grundmur. Ja man kunde næsten fristes til at kalde det en art pælebygninger.

Nu er det imidlertid ikke saa meget byen som byens grund der interesserer os, og det var det heller ikke da jeg 8de juni besøkte stedet, det var torvmyren vi skulde studere. Og vi vandret rundt, saa snit paa snit, bestandig vekslende lag. De maatte bety noget disse lag for os jordforskere som jo er saa jordbundne, i bokstavelig forstand »muldets frænder«. Og saa noterte vi henimot myrens utkant: Øverst græs- og skogklædt torvbund, derunder torvmyr av vekslende tykkelse, derunder stubber paa rad i lag, derunder en halv meter lys graagul sphagnum-torv, derunder et kvistlag av et par decimeters tykkelse og derunder en halv meter mørk graabrun torv, og derunder mudder og derunder blaaler, og i dette kunde jeg nu fortælle studentene at jeg nogen aar i forveien hadde fundet skal av »ishavsmuslingen« nær ved derborte ved Nittebergstranden. Vi kom dengang netop nede fra Østfold, fra Hvaler, fra den vakre Tistedal, fra omgivelserne av de smilende Aremarksjøer, og hadde reist med den lile puslete jernbanen gjennem Høland og Urskoug, og vi hadde igrunden set saa meget, og vi vilde saa gjerne ha sammenhæng i det vi hadde set. Vi vilde forsøke om der kunde være nogen sammenhæng f. eks. mellem de forskjellige hav- og fjordavsatte lag paa den ene side med de i torven paa land avsatte paa den anden.

Det hadde vistnok lykkedes mig paa de foregaaende ekskursioner at demonstrere ved terrasser og fossilfund i marken for de studerende den lagrække av vore kvartære avsætninger som jeg i aarenes løp har fundet, men en opfatning som er helt forskjellig fra den som tidligere har været fremstillet i norsk kvartærgeologisk literatur. Det gjaldt nu at se om torvmyrenes lag klimatologisk og i antal og rækkefølge svarte til ovennævnte lagrække.

Lillestrømmen ligger jo paa 108 meters høide over havet.

Det svarer til at havet som en fjordarm har gaat herind under begyndelsen av den tid som jeg har kaldt kniplingskjællets tid, men ikke under slutningen av samme. Havgrænsen for denne ligger nemlig mellem 142 og 95 meter høiere end den nuværende. Dette forklarer at der i begyndelsen av denne utpræget fugtige tid i den lunt indgaaende fjordbugt blev avsat et fjordmudder, det der ligger nærmest under torven. Men da Lillestrømmens flate fjordbund ved landets stigning blev lagt tør under denne fugtige tid selv, saa var betingelserne for en torvdannelse tilstede i samme øieblik som fjordbunden steg op av havet, derfor finder vi ogsaa torv umiddelbart paa fjordmudderet. Senere har landet ligget tørt paa dette sted, saa avsætningen til enhver tid har kunnet foregaa overensstemmende med utviklingen av de klimatiske forhold. Det følgende kvistlag maa skrive sig fra en følgende tør tid, den som jeg har kaldt traugskjællets tid der var av utpræget kontinental karakter. Det derover liggende torvlag maa igjen ha sin oprindelse fra en utpræget fugtig tid, den som jeg har kaldt teppeskjællets tid, der hadde et utpræget atlantisk særpræg. Stubbelaget over maa i sin dannelse tilhøre en meget utpræget kontinental tid, en karakter der netop passer paa den følgende porcellænsskjællets tid der vel er den varmeste vi overhodet har hat i vort land efter den sidste istid. Torvlaget over stemmer i sin oprindelse udmerket overens med den følgende fugtige østerstid som jo er av samme klimatiske karakter. At vi saa særlig langs kantene finder store deler av myren skogvokset, hvilket med bestemthet tyder paa en utpræget uttørkning av myren, er i fuld harmoni med hvad vi ogsaa ellers paa en række omraader har erfaring for, nemlig at nutiden i motsætning til den nærmest forutgaaende tid er en forholdsvis tør, kontinental tid. Som vi ser er der en overensstemmelse saa stor mellem fjordavsætningene paa den ene side og torvmyrens avsætninger paa den anden, at dette neppe som mange forskere mener kan bero paa en tilfældighet.

Senere har jeg flere ganger besøkt Lillestrømens torvmyr, som har interessert mig meget, og tildels har jeg foretat større gravninger. Til orientering skal vi til sammenligning med foregaaende profil ta for os et fra myrens vistnok uttørkede, men skogløse midtparti. Men i myrens dypere lag finder vi ogsaa her i bestemt vekslende rækkefølge torvlag og trærike lag med bjerk og furu og andre planterester. Hvad vi her ser kan vi for oversigtens skyld sætte op i en tabel, idet vi til sammenligning med foregaaende profil i en anden rubrik ved siden tilføier de tilsvarende havavsætninger i deres bestemte rækkefølge:

8. Øverst torv med skoghumus, lyngbevokset, en og anden bjerk og tall. Stubbe- og kvistrester.	8. Nutiden.
7. Lysebrun sphagnumtorv, 28 cm. Trærestlag. Løs sphagnumtorv, 58 cm.	7. Østerstiden.
6. Utpræget stubbelag med furu etc. Forvitringslag.	6. Porcellænsskjællets tid.
5. Tæt, seig, brun torv, 50 cm. Stubbe- og trærestlag. Torv, mørkebrun, 45 cm.	5. Teppeskjællets tid.
4. Utpræget stubbelag. Forvitringslag.	4. Traugskjællets tid.
3. Torv med enkelte trærester, 22—35 cm. Her en tydelig, skarp skillelinje (tørland-sjø?). Graagrønt mudder, 25 cm. Ler med organiske rester, 50 cm.	3. Kniplingsskjællets tid.
2. Sand, 3—4 mm. og derunder ler.	2. Strandsneglens tid.
1. Seig blaaler.	1. Ishavsskjællets tid. (Portlandia-niveauet).

Som vi ser er det fuldstændig den samme rækkefølge med helt det samme indhold som i forrige profil. Og vi kan følge utviklingen tilbake helt til den tid da havet sendte en fjordarm herind. Ikke et eneste led mangler. Men derimot ser vi kanske til at begynde med til vor forbauselse at der i lag 7 og 5 likesom er for mange lag, torvlaget er i begge tilfælder tilsyneladende fordoblet. Det er hvad jeg har pleiet at kalde »dichotomt« eller tvebygget. Trærestlaget i midten likesom deler det op i to. Denne tvebygning er imidlertid meget almindelig i de kvartære avsætninger, i ler, i sand, i grus, ja til og med i torv og mange andre avsætninger Fra De britiske øers torvmyrer f. eks. er den beskrevet fra flere forskjellige steder. Og den reise jeg sommeren 1909 foretok til England, Skotland, Orknøerne og Shetlandsøerne har været av stor nytte for mig ved studiet av vort eget lands torvavsætninger. Jeg nød nemlig paa Shetlandsøerne den begunstigelse at faa ledsage den fremragende torvmyrforsker, min ven professor L e w i s, der endog lot opkaste specielle profiler for at demonstrere for mig øernes torvmyrbygning. Det er interessant at se at vi i torvmyren ved Lillestrømmen gjenfinder de samme fænomener som der. Det viser os at

vi staar like overfor, ikke et lokalt men et generelt forhold. Men det viser os mere, ti det viser os at torvmyrenes opbygning er betinget av klimatologiske faktorer, idet det dichotome fænomen er av klimatologisk art og som saadant ogsaa kommer igjen i de klimatiske svingninger, f. eks. i vore isbræers frem- og tilbakegang.

Kanske vi nu ser paa Lillestrømmens torvmyr med litt andre øine end før, og da vil denne lille fremstilling heller ikke være uten nytte.

P. A. Øyen.

Eit underlegt ljossyn. Sundags kveld kl. 8 paalag den 11te januar 1920 saag nokre ungdomar, som var ute, noko dei aldri hev set makje til. Det var snjofok og maanemyrkt. Med eit tok det til aa verta ljost, vart etterkvart ljosare og ljosare med glans som av eit sterkt elektrisk ljos elder maaneskin. Men ingi ljos elder eldkula elder noko anna var aa sjaa. Det var liksom ljoset kom støytvis. Um litt tok det til aa myrkna att — og det vart fortare myrkt att enn det vart ljost. Gutarne tykte og at dei kjende som ein liten støyt gjenom kroppen som fraa eit elektrisk batteri. Men det var ikkje sers sterkt. Paa ein stad var dei 2 gutar ilag som saag dette. Eit par steinkast derifra, men ikkje soleis at dei kunde set til kvarandre, var nokre andre ungdomar. Dei ogso saag dette ljossynet. Endaa nokre andre ein god halv times veg lenger burte havde og set dette ljoset — elder rettare: berre glansen fraa ljoset, for noko ljoskjelda saag ingjen.[1])

Elias Mjaatveit.

Um tannrot ***(Dentaria bulbifera)*** **paa Vestlandet.** Med tilføre av H a g e m »Bidrag til Ryfylkes flora« i novbr.—december-heftet av »Naturen« skal eg nemna litegrand um veksestader for tannrot *(Dentaria bulbifera)* i Hardanger. I Granvin er vokstren funnen paa fleire stader, mest paa fylliten vestanfor Granvinsvatnet yver til grensa mot Voss, soleis nær stølen Skaalsæte paa lag 550 m. y. h. Men den høgaste veksestaden er paa Nyastøl attmed Krokavatnet, der han veks i ei høgd av 590—600 m. y. h. Paa rektangelkartet

[1]) Paa redaktionens forespørsel har meddeleren senere oplyst, at han av forskjellige aarsaker som han nærmere utvikler anser det meget litet sandsynlig, at lysningen skulde komme fra en elektrisk lyskaster. Lyset kom ihvertfald ovenfra. Iagttagelserne er gjort i nærheten av Frækhaug, paa Holsenøen, nord fra Bergen

er Krokavatnet sett til 572 m. y. h., og ved mæling med aneroidbarometer er eg komen til paa lag same resultat. Ovanfor ei vik fraa vatnet ligg Nyastøl med eit stort inngjerdt stølstræde, som gjeng mest fraa vatnet og upp under bratte solvarme berg med stor skogvaksi urd nedanfor. I brekkorne og urderne og elles lenger nede paa slaattemarki er eit rikt voksterliv. Her veks m. a. ikkje so lite av *Dentaria bulbifera.* I same høgd yver havet veks smaa haslebuskar (2—3 m.) tett attmed bergveggen. Eg hev funne neter paa dei, men berre »søtekjerringar« (ei not i kvar hams), og dei vert ikkje fullmogne. I urderne veks og skavgras *(Equisetum hiemale)*, ei tuva paa ein noko vaatlendt stad, *Carex pulicaris*, kvit soleia *(Ranunculus platanifolius)*, bakkemynta *(Calamintha Acinos)*, bergmynta, »kung« *(Origanum vulgare)*, myske *(Asperula odorata)*, lauvtistel *(Saussurea alpina)*, selja *(Salix caprea)* og alm *(Ulmus montana)*. Selja og alm gjeng elles høgare upp i fjelli her, alm soleis til uppimot 800 m. y. h. Innanfor stølstrædegjerdet hev eg notert upp mest 200 slag frævokstrar og aadrsporevokstrar.

Elles veks *Dentaria bulbifera* paa fleire stader i Granvin, soleis paa den bratte vestsida av Granvinsfjorden og paa garden Kjerland upp imot Tveito.

I Kinsarvik er blomen funnen eit heilt stykke uppe i Kvandalsgjelet, men ikkje so høgt uppe som paa Nyastøl i Granvin. Kvandalsgjelet ligg paa grensa til Granvin. Meir isolert er derimot ein veksestad for tannroti paa austsida av Sørfjorden straks utanum Odda nær sjøen.

Med det same kann og nemnast at *Dentaria bulbifera* veks paa Litlabø paa Stordøyi. *S. K. Selland.*

Flere fund av mesterrot *(Imperatoria Ostruthium)* **i Midthordland.** Det viser sig at denne interessante gamle lægeplante er mere utbredt i Midthordlandsbygdene end jeg kjendte til, den gang jeg skrev min lille artikel om den i »Naturen« for 1918 (s. 111—117).

Ved revision av endel plantemateriale, som herredsgartner Torkel Lillefosse har indsendt til Bergens museum, har jeg fundet eksemplarer av den fra to voksesteder i Haalandsdalen herred. Lillefosse har her i 1915 samlet den paa gaardene Brathus og Berland, begge steder like i nærheten av gaardsbygningene. Paa min anmodning har han været saa venlig i august 1919 igjen at besøke disse voksesteder og har nylig til museets botaniske avdeling indsendt en detaljert redegjørelse for dens forekomst her. Paa Brathus vokser planten især langs en bæk, som passerer forbi gaarden i en avstand av ca. 25—30 m. fra fjøsbygningen.

Den vokser flekvis, med større eller mindre avstand mellem de enkelte kolonier; den største av disse er ca. 8 m. lang og 2.3 m. bred. Sammen med mesterroten har Lillefosse notert en hel del almindelige engplanter. Et enkelt stort ekspl. staar klods indtil gaardens stabur. Paa Berland vokser der bare en ganske liten klynge av planten »oppe ved en liten bergnakke« ovenfor stuebygningen.

Paa begge gaarder har folk været opmerksom paa planten men kan intet oplyse om hvorfra den er kommet. Lillefosse selv har set den paa Brathus siden 1901.

I likhet med begge de gaarder, hvor planten tidligere er kjendt her i landet, var ogsaa Berland og Brathus geistlig gods i middelalderen. De er begge opført i »Bergens Kalvskind«, den bekjendte jordebok over Bergens bispestols eiendommer i det 14de aarhundrede. Heri tør man kanske se en støtte for den formodning, at planten i sin tid er utspredt til landdistriktene fra en eller flere av de gamle klosterhaver ved Bergen. *Jens Holmboe.*

Eiendommelige byggepladser for skjæren. Vedføiede billede (fig. 1) viser, hvad skjæren kan gripe til, naar det er

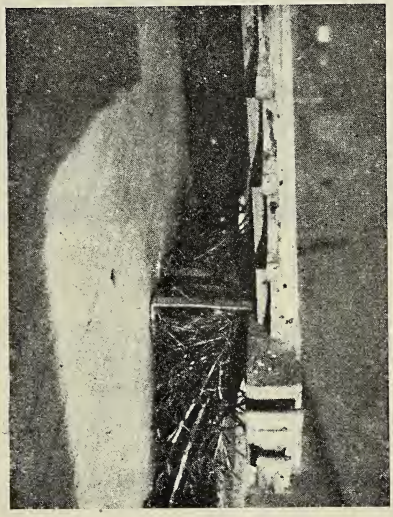


Fig. 1.

husnød — mangel paa byggeplads — i den familien. Billedet er tat i den tætbebyggede del av Kristiansund (N) sommeren 1919. I mangel av trær til redebygning indrettet et

skjærepar, som det vil sees, sin familiebekvemmelighet under taket i gavlen paa et beboelseshus. Paa grund av daarlig veir fik jeg ikke tat billedet før ungerne var fløine; men tilfældet kan jo være like interessant for det. Man maa i høi grad beundre den kløkt og taalmodighet, skjæren her har lagt for dagen; ti denne byggeplads maa vel sies at være det vrangeste sted som kunde tænkes. Parret brukte da ogsaa 2 sæsonger, før dets bestræbelser kronedes med held.

Redet er bygget bokstavelig talt »i luften« mellem husvæggen og de utskjæringer, som pryder gavlen (fig. 2); der

Fig. 2.

fandtes absolut ingenting, som kunde tjene til underlag eller fæste for redet. Skjærerne fandt dog paa raad: ved at faa anbragt passe lange og sterke kvister i spænd mellem væggen og den ca. ½ m. utenfor liggende gavlforsiring er det tilsidst lykkedes dem at danne et saapas solid understel, at redet kunde opføres videre herpaa.

Pladsen var for øvrig ideelt valgt: den ligger mot syd, er godt skjærmet baade mot solstraalerne, vind, regn og generende kattebesøk. Tydeligvis av denne grund avvek ogsaa skjæren fra den fastsatte norm for et velindrettet skjærerede: at bygge tak over. Den forstod godt, at her var et saadant ikke paa sin plads. Dette træk vidner ogsaa om, at denne fugl har omløp i hodet.

I 1917 hadde jeg i samme by anledning til at se et skjærepar — kanske var det samme ekscentriske bygmestre — travelt beskjæftiget med at indrette bolig i en elektrisk lysledningsmast paa en offentlig plads i de mest befærdede strøk. Det blev dog nedrevet, før de var kommet synderlig langt med det.

Her i Trondhjem har man ogsaa en eiendommelig plads for et skjærerede, nemlig i toppen av Ilen kirkes hovedtaarn. Spirspidsen paa denne kirke har en utvidelse i form av en kugleformet »kurv«, forfærdiget av smiejernstænger eller -baand. I denne »kurv« har et skjærepar fundet boplads. Med en kikkert — jeg opdaget det tilfældigvis selv ved under en opmaaling at rette teodolitens kikkert mot taarnet — og nærved ogsaa med det blotte øie kan man se kvistene sprike til alle kanter ut av »kurven«.

Ottar Aasness.

Temperatur og nedbør i Norge.

(Meddelt ved Kr. Irgens, meteorolog ved det meteorologiske institut).

Februar 1920.

Stationer	Temperatur						Nedbør				
	Middel	Avv. fra norm.	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
	° C.	° C.	° C.		° C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø	0.4	+ 3.2	7	7	— 13	1	45	— 36	— 44	8	15
Tr.hjem	1.2	+ 4.1	7	10	— 9	13	72	— 18	— 20	22	3
Bergen..	3.8	+ 2.9	9	18	— 4	15	405	+ 255	+170	46	14
Oksø......	2.7	+ 3.0	8	29	— 4	16	65	+ 12	+ 23	13	1
Dalen....	— 1.1	+ 2.6	10	3	— 14	9	65	+ 19	+ 41	13	14
Kr.ania	0.4	+ 4.9	11	23	— 10	22	46	+ 24	+109	8	14
Lillehammer	— 2.2	+ 5.2	10	23	— 15	7	40	+ 17	+ 74	15	14
Dovre....	— 3.2	+ 5.3	6	18	— 16	21	27	+ 9	+ 41	8	4

Mars 1920.

Stationer	Middel	Avv. fra norm.	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
	° C.	° C.	° C.		° C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø......	2.7	+ 4.3	10	29	— 5	31	82	+ 22	+ 37	10	1
Tr.hjem	3.6	+ 4.7	13	30	— 3	12	58	— 18	— 24	8	4
Bergen..	5.2	+ 3.3	15	30	— 2	8	375	+ 224	+ 148	64	4
Oksø	4.1	+ 3.5	10	21	— 1	8	63	0	0	18	7
Dalen....	2.4	+ 4.3	12	22	— 5	9	111	+ 58	+ 109	34	29
Kr.ania	3.1	+ 4.5	15	21	— 6	9	64	+ 32	+ 100	10	17
Lillehammer	1.5	+ 5.1	12	21	— 9	9	36	— 4	— 10	7	17
Dovre....	— 0.1	+ 5.5	8	20	— 10	10	48	+ 25	+ 109	8	4

April 1920.

Stationer	Temperatur						Nedbør				
	Middel	Avv. fra norm.	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
	⁰ C.	⁰ C.	⁰ C.		⁰ C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø......	4.1	+ 2.4	10	16	— 2	14	18	— 29	— 62	4	11
Tr.hjem	5.4	+ 2.1	16	16	— 3	12	17	— 40	— 70	4	15
Bergen	6.7	+ 1.1	14	2	— 1	10	166	+ 74	+ 80	28	25
Oksø......	5.2	+ 0.9	8	14	1	12	64	+ 16	+ 33	10	16
Dalen....	4.5	+ 0.8	12	18	— 2	9	112	+ 71	+ 173	25	17
Kr.ania	5.2	+ 0.8	13	19	— 1	9	112	+ 80	+ 250	22	22
Lillehammer	3.9	+ 1.2	11	19	— 3	9	65	+ 32	+ 97	16	22
Dovre....	1.6	+ 2.0	7	16	— 8	11	10	— 4	— 29	4	16

Mai 1920.

	⁰ C.	⁰ C.	⁰ C.		⁰ C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø	8.6	+ 2.8	18	31	1	8	53	— 4	— 7	15	25
Tr.hjem	10.3	+ 2.6	26	28	1	1	42	— 9	— 18	9	14
Bergen..	10.1	+ 0.7	22	26	3	10	200	+ 84	+ 52	25	20
Oksø......	9.7	+ 0.7	16	24	2	2	77	+ 16	+ 26	21	13
Dalen....	9.8	+ 0.9	23	25	0	2	79	+ 26	+ 49	17	3
Kr.ania	11.3	+ 0.8	26	25	2	2	83	+ 42	+ 102	17	14
Lillehammer	9.9	+ 1.2	24	25	— 1	2	77	+ 27	+ 54	13	3
Dovre....	7.0	+ 1.8	19	27	— 4	10	27	+ 1	+ 4	6	14

Juni 1920.

	⁰ C.	⁰ C.	⁰ C.		⁰ C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø......	9.2	— 0.9	24	21	0	6	56	+ 3	+ 6	26	2
Tr.hjem	11.7	— 0.2	29	20	2	8	65	+ 19	+ 41	8	27
Bergen..	13.6	+ 0.8	25	16	5	8	162	+ 69	+ 74	35	30
Oksø	15.0	+ 1.8	21	15	6	8	12	— 34	— 74	11	22
Dalen....	15.1	+ 1.1	28	14	2	7	19	— 43	— 69	9	22
Kr.ania	16.0	+ 0.5	30	17	3	8	51	+ 5	+ 11	32	22
Lillehammer	13.9	— 0.1	26	19	1	6	49	— 3	— 6	35	22
Dovre....	9.9	— 0.4	22	19	— 3	8	40	+ 5	+ 14	13	22

Fra

Norges landbrukshøiskole.

Bekjenntgjørelse om et dosentur i agrikulturkjemi er innrykket i Norsk Kunngjørelsestidende nr. 248 for 28de juli. Ansøkningsfrist 31te august.

(H. O. 15729).

Nedbøriagttagelser i Norge.

I kommission hos H. Aschehoug & Co. er utkommet:

Nedbøriagttagelser i Norge, Middelværdier, Maksima og Minima,

med 14 plancher og 1 kart (tillægshefte til aargang XXIV, 1918), utgit av Det Norske Meteorologiske Institut. Pris heftet kr. 6.

(H. O. 9502).

1905-fondet for landbruksforskning i Norge.

Det bekjendtgjøres herved, at fristen for indlevering av besvarelse av de to i 1918 av fondets styre opstillede prisopgaver er forlænget til 1ste mars 1921. Belønningen er sat til kr. 1000 for hver opgave.

Som nye prisopgaver, med en belønning for hver av dem paa kr. 2000 er opstillet:

1. „Hvilke faktorer øver indflytelse paa kornvarernes kvalitet og hvorledes kan denne bedømmes i den praktiske kornomsætning? Spørsmaalet bør belyses ved egne undersøkelser“. Indleveringsfrist 1ste mars 1922.

2. „Der ønskes en fyldestgjørende undersøkelse som ved egne analyser belyser spørsmaalet om, hvormeget nyttig plantenæring der aarligen bortføres til havet gjennem et av vore større vasdrag“. Indleveringsfrist 1ste mars 1923.

Av hovedfondets midler vil i 1920 bli anvendt indtil kr. 2000 til understøttelse av landbruksvidenskapelige arbeider, forsøk m. v. Av Kr. Kolkinns legat vil kunne erholdes indtil kr. 1500 til understøttelse av videnskapelig forskning av melken, dens kemi m. m.

Utførligere bekjendtgjørelse se: „Norsk Kunngjørelsestidende“ nr. 72 for den 8de mars d. a. Nærmere oplysninger ved henvendelse til professor Myhrwold, f. t. styrets formand, Landbrukshøiskolen. (H. O. 4840).

Verdenskrigen

maner os til at forøke vort lands dyrkede arealer, for om mulig at kunne brødføde os selv. Dette sker billigst ved *myrdyrkning*, og myreiere faar gratis veiledning i myrenes utnyttelse til *opdyrkning, torvstrø* eller *brændtorv* ved henvendelse til

Det Norske Myrselskap, Kristiania.

Myrselskapets medlemmer erholder tidsskriftet „**Meddelelser fra Det Norske Myrselskap**", som utkommer 6 gange aarlig, gratis tilsendt. Aarspenge 2 kr., livsvarig bidrag 30 kr. Prøvenummer av tidsskriftet sendes paa forlangende.

Dansk Kennelklub.

Aarskontingent 12 Kr. med Organ *Tidsskriftet Hunden* frit tilsendt.

Tidsskriftet Hunden.

Abonnem. alene 6 Kr. aarl.; Kundgjørelser opt. til billig Takst. Prøvehefte frit

Dansk Hundestambog. Aarlig Udstilling.

Stormgade 25. Aaben fra 10—2. Tlf. Byen 3475. København B.

Dansk ornithologisk Forenings Tidsskrift,

redigeret af Overlæge O. Helms, Nakkebøllefjord pr. Pejrup, udkommer aarligt med 4 illustrerede Hefter. Abonnementspris 5 Kr. Prøvehefte gratis.

Til abonnenterne.

Paa grund av de vanskelige trykkeriforhold i Bergen er utgivelsen av nærværende aargang desværre sterkt forsinket. Trykningen av et 3-dobbelt hefte for juni—august vil bli paaskyndet mest mulig, og overhodet vil alt bli gjort for at utgivelsen snarest igjen kan komme à jour.

NATUREN

ILLUSTRERT MAANEDSSKRIFT FOR POPULÆR NATURVIDENSKAP

UTGIT AV BERGENS MUSEUM, REDIGERT AV PROF. JENS HOLMBOE MED BISTAND AV PROF. DR. AUG. BRINKMANN, PROF. DR. BJØRN HELLAND-HANSEN OG PROF. DR. CARL FRED. KOLDERUP.

JOHN GRIEGS FORLAG - BERGEN

Nr. 6—8 44de aargang - 1920 Juni—august

SMITHSONIAN INSTITUTION AUG 31 1927 NATIONAL MUSEUM

INDHOLD

V. BJERKNES: Det nye optiske fænomen og Einsteins relativitetsteori 161
HANS W:SON AHLMANN: Nogen træk fra den norske topografis historie 187
W. WERENSKIOLD: Spitsbergens fysiske geografi 209
BOKANMELDELSER: Oscar Hagem: Arvelighetsforskning (Jens Holmboe). — O. G. Petersen: Forstbotanik (J. H.) 242
SMAASTYKKER: G. Isachsen: Norske fangstmænds og videnskapsmænds indsats i utforskningen av Spitsbergen-øgruppen i nyere tid. — Rolf Falck-Muus: Fra Norsk Geologisk Forening. — Jens Holmboe: Hvite blokkebær. — S. Hasund: Forsøk med ønskekvisten. — Th. Schjelderup-Ebbe: Cyklon paa Besserudtjernet 245

Pris 10 kr. pr. aar frit tilsendt

Kommissionær
John Grieg
Bergen

Pris 10 kr. pr. aar frit tilsendt

Kommissionær
Lehmann & Stage
Kjøbenhavn

NATUREN

begyndte med januar 1920 sin 44de aargang (5te rækkes 4de aargang) og har saaledes naadd en alder som intet andet populært naturvidenskabelig tidsskrift i de nordiske lande.

NATUREN

bringer hver maaned et *rikt og alsidig læsestof,* hentet fra alle naturvidenskapernes fagomraader. De fleste artikler er rikt illustrert. Tidsskriftet vil til enhver tid søke at holde sin læsekreds underrettet om *naturvidenskapernes vigtigere fremskridt* og vil desuten efter evne bidra til at utbrede en større kundskap om og en bedre forstaaelse av *vort fædrelands rike og avvekslende natur.*

NATUREN

har til fremme av sin opgave sikret sig bistand av *talrike ansete medarbeidere* i de forskjellige deler av landet og bringer desuten jevnlig oversættelser og bearbeidelser efter de bedste utenlandske kilder.

NATUREN

har i en række av aar, som en anerkjendelse av sit almennyttige formaal, av Norges Storting mottat et aarlig statsbidrag som fra 1ste juli 1920 er forhøiet til kr. 2500.

NATUREN

burde kunne faa en endnu langt større utbredelse, end det hittil har hat. Der kræves *ingen særlige naturvidenskabelige forkundskaper* for at kunne læse dets artikler med fuldt utbytte. *Statsunderstøttede folkebiblioteker og skoleboksamlinger faar tidsskriftet for under halv pris (kr. 4.00 aarlig, frit tilsendt).* Ethvert bibliotek, selv det mindste, burde kunne avse dette beløp til naturvidenskabelig læsestof.

NATUREN

utgis av *Bergens Museum* og utkommer i kommission paa *John Griegs forlag;* det redigeres av professor *Jens Holmboe,* under medvirkning av en redaktionskomité, bestaaende av: prof. dr. *A. Brinkmann,* prof. dr. *B. Helland-Hansen* og prof. dr. *Carl Fred. Kolderup.*

Det nye optiske fænomen og Einsteins relativitetsteori.

Av prof. V. Bjerknes.

Den 6te november 1919 holdtes i det ærværdige Royal Society i London et møte som kommer til at mindes i videnskapens historie. Det var anordnet som et fællesmøte for Royal Society selv og Royal Astronomical Society. Temaet for forhandlingene var nemlig en fællespræstation av fysik og astronomi, — kanske den vigtigste siden tyngdeloven blev til under Newtons hænder. Jeg hadde den oplevelse at være tilstede i dette møte.

Det nye faktum som blev fremlagt er meget enkelt. Der hadde været solformørkelse den 29de mai samme aar. To engelske ekspeditioner hadde været utsendt til totalitetszonen og hadde fotografert solen og den omliggende gruppe fiksstjerner under solformørkelsen. Disse fotografier blev saa sammenlignet med andre fotografier av den samme gruppe fiksstjerner. Og den nøiagtige utmaaling viste at fiksstjernerne syntes ganske svakt forskjøvet utover fra solen paa det billede som var tat under formørkelsen. De fuldt optrukne piler paa figur 1 fremstiller disse flytninger i sterkt overdreven maalestok. De beløper sig til ca. 1.6 buesekund for den stjerne som er nærmest solen, og avtar utover for de fjernere.

Saa smaa disse flytninger er, saa har de været store nok til at vække en sensation som kun har faa sidestykker i fysikens og astronomiens historie. Sammenhængen er at de har været forutsagt, og forutsagt ut fra den mest revolutionære

teori som disse videnskapers historie kjender, Einsteins relativitetsteori. De prikkede piler viser de efter denne teori forutberegnede forflytninger. Overensstemmelsen er ikke absolut, men dog saa stor man kan vente naar de uundgaaelige feil ved utmaalingene tas i betragtning. Resultatet kan altsaa betragtes som en bekræftelse av Einsteins teori. Vi har da at ta standpunkt til det spørsmaal om det ogsaa

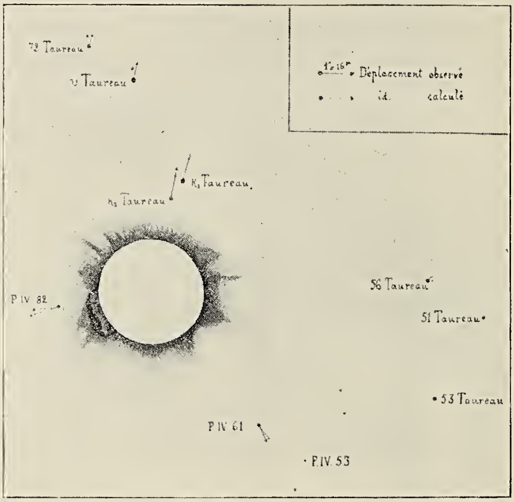


Fig. 1.

maa betragtes som en saadan bekræftelse, og hvad dette i saa fald vil si.

Som forberedelse skal vi først se paa det nye fænomen helt forutsætningslost, som om det var fundet paa rent empirisk vei, uten nogen veiledning av den forutilende tanke.

I. Er fænomenet nyt?

Stiller vi os helt forutsætningsløst, saa har vi først at se efter om vi kan tilbakeføre effekten til kjendte aarsaker.

Først kunde aarsaken ligge i ydre tilfældigheter, som rene instrument- eller observationsfeil. En forflytning av stjernernes plads fra den ene fotografiske plate til den anden vilde man f. eks. faat om platerne, som let kunde været tilfældet, hadde hat forskjellig temperatur ved de forskjellige fotogra-

feringer. Men forrykninger av denne oprindelse vilde hat en ganske anden karakter: stjerner nær platens rand vilde flyttet sig mest, og virkningen vilde avtat ind mot platens midtpunkt, motsat mot det figuren viser, at stjernerne nærmest solen er sterkest flyttet, og at virkningen avtar utad.

I det hele tør vi gaa ut fra at alle muligheter for forklaring ved tilfældigheter av denne art er blit saa omhyggelig undersøkt av de erfarne fagmænd, at vi kan føle os sikre paa at aarsaken er at søke, ikke i men utenfor instrumentene. Med andre ord, den gang solen saaes midt i stjernegruppen har lysstraalens gang mellem stjernen og kikkerten været en anden end den sedvanlige.

Nu er en retningsforandring av en lysstraale i og for sig meget dagligdags. En lysstraale brytes ved overgang fra ét gjennemsigtig legeme til et andet, og krummes jevnt ved forplantning gjennem et gjennemsigtig legeme med jevnt foranderlig temperaturfordeling.

Et saadant gjennemsigtig legeme har nu lysstraalerne i hvert fald passeret paa sin vei fra fiksstjernerne til den fotografiske plate, nemlig jordens atmosfære. Og her har man tænkt sig muligheten av en forklaring. Under formørkelsen kaster maanen en kegleformet skygge i jordatmosfæren. Indenfor denne skygge maa luftens temperatur være noget lavere end utenfor i solskinnet. Denne temperaturfordeling vil ganske rigtig gi en bøining av straalerne ind mot skyggekeglen, og dette vilde ha til følge at stjernerne vilde synes forflyttet utover paa platen. Og hvad mere er, virkningen vilde være sterkest nær billedet av den formørkede sol, og avta utover. Imidlertid kan man her anstille beregninger over hvor stor virkning dette vilde gi, og resultatet synes at peke bestemt i negativ retning: lysbrytning i jordens atmosfære kan ikke være grunden.

Men naar saa er tilfælde, kan man spørre: Kan ikke solen være omgit av en tilstrækkelig utstrakt lysbrytende atmosfære? Denne maatte i saa fald strække sig ut i adskillige soldiametres avstand fra solen, og her ha en betydelig tæthet. Den maatte da ogsaa antas at hemme merkbart kometenes bevægelse, naar disse nærmer sig solen næsten til berøring. Men hertil merker vi intet. Desuten vilde en

saadan atmosfæres tæthet tilta i geometrisk række indover om den var i likevægt i forhold til solen. Dette vilde gi en meget raskere tiltagen av lysbrytningen ind mot solranden end den figuren tyder paa. En gunstigere tæthetsfordeling i retning ind mot solen vilde man kunne faa i en atmosfære der holdt sig oppe ved et omløp som saturnringens. Men saameget vanskeligere vilde man da ha for at forklare den symmetri rundt solen, som virkningen synes at ha: hvordan vi vender saken, saa synes lysbrytningsteorien at briste.

Forholder dette sig rigtig, saa fremstiller den slutning sig som uavviselig: vi staar ovenfor et helt nyt optisk fænomen, som ikke har noget sidestykke i noget hittil utført eksperiment. Saadanne virkelige nyopdagelser betegner de store vendepunkter i videnskapens historie. Vi har derfor al grund til at staa forventningsfulde overfor den kommende utvikling.

Vi ser altsaa herefter paa astronomenes resultat som et nyt fysisk eksperiment. Og spørsmaalet er hvordan vi skal forstaa det.

Ordet forstaa maa vi her med det samme fæste os ved. Nogen forstaaelse i absolut forstand kjender fysikerne ikke. At forstaa et nyt fænomen er at bringe det i den rette sammenhæng med kjendte fænomener. Nogen forklaring ut over dette, at opklare sammenhæng, kan vi ikke naa.

Det nye fænomen maa efter alt at dømme bestaa deri, at lysstraalen bøies idet den passerer solen. Nu er forholdene nær solen i mange maater forskjellige fra dem i vore laboratorier, hvor vi hittil har studert lysstraalernes forplantning. At de kan vise uanede eiendommeligheter under de nye forhold er ikke i og for sig noget at undres over. Muligheter til forklaring kan vi derfor tænke os flere av. Jeg skal nævne to.

II. Virkning av lys paa lys?

Under sin vei forbi solen forplanter straalen sig gjennem et lysfelt av en styrke og en utstrækning som aldrig ved noget eksperiment paa jorden. Nu sier eksperimentene i beskeden laboratoriestil at lysstraaler krydses uten at forstyrre hinanden. Hver enkelt straale fortsætter sin retlinjede gang

som om den ikke hadde møtt nogen anden straale. Men om dette er den nøiagtige lov, eller — som de fleste love vi kjender — kun en tilnærmet sandhet, vet vi ikke. Vi tør ikke benegte muligheten, eller endog en viss sandsynlighet av at et mægtig straalingsfelt, som det der omgir solen, tilslut maa kunne virke forstyrrende paa en fremmed straale.

Til oplysning kan vi sammenligne med et fænomen hvor vi kan gaa tilbunds. Der er en vidtgaaende likhet mellem lys- og lydfænomener. Denne likhet var til stor hjælp ved grundlæggelsen av lysets bølgeteori. At lydfænomenene ikke synes at ha samme skarpe straaleformige karakter som lysfænomenene, skyldes kun en ydre tilfældighet. Lydbølger er saa lange at de maales i meter, lysbølgerne saa korte at de maales i ti-tusendedels millimeter. Men ved de samme bølgelængder vilde vi faa lydstraaler like skarpe som lysstraalerne. Og disse lydstraalers teori kan vi utvikle fuldstændig, naar vi gaar tilbake til de hydrodynamiske ligninger, som her samler hele vor viden. Saken stiller sig da saa: De akustiske fænomener beskrives med en for alle sedvanlige øiemed tilstrækkelig nøiagtighet ved en forenklet form av disse ligninger, hvor kun led av »første orden« er bibeholdt. Disse forenklede ligninger siger at lydstraaler vil krydses uten at forstyrre hinanden. Men de strengt rigtige ligninger sier at i virkeligheten en forstyrrelse altid vil finde sted. En lydstraale kan ikke forbli helt uberørt naar den forplanter sig tæt forbi en tilstrækkelig sterk lydkilde.

Av hvilken art forandringen vil bli, om det vilde gi en avbøining av lydstraalen eller kanske helt andre fænomener, er ikke undersøkt. Problemet har endnu ikke fanget matematikernes interesse. Og forøvrig vilde resultatet ikke være avgjørende for det optiske spørsmaal, da vi ikke vet hvor langt analogien mellem akustiske og optiske fænomener strækker sig og hvor den ophører.

Men det vil være fuldt berettiget at stille dette spørsmaal: kan ikke ligningene for de optiske fænomener stilles i saadan form, at de vilde gi avbøining av en lysstraale der passerer tæt forbi en tilstrækkelig sterk lyskilde?

Skulde fænomenets forklaring ligge i denne retning, saa vilde det, efter alt at dømme, faa ganske overordentlige følger.

Ti de ligninger ved hvis hjælp man beskriver de optiske fænomener er de samme ved hvis hjælp man ogsaa beskriver alle fænomener av elektrisk eller magnetisk natur. Det er de berømte *maxwellske* ligninger, som nu behersker den halve fysik eller mere.

De maxwellske ligninger er det fuldkomneste samlede uttryk for tre ved direkte erfaring fundne naturlove: loven om tiltrækning mellem elektriske masser, loven om tiltrækning mellem magnetiske masser (de to Coulomb'ske love) og loven om virkningene av en elektrisk strøm paa en magnetisk masse (Ørsteds lov). Men at gi et samlet uttryk for tilsynelatende adskilte naturfænomener vil si at indordne dem i et almindeligere fænomenkompleks. Det gir et videre utsyn, saa man faar øie paa fælleskonsekvenser av de tilsynelatende adskilte naturlove. Til disse fælleskonsekvenser horte sammensat elektrisk-magnetiske fænomener av bølgenatur. Eksistensen av saadanne elektriske bølger var altsaa *forutsagt* av *Maxwell's* teori, og forutsigelsen blev bekræftet ti aar efter Maxwells død ved *Hertz'* eksperimentelle opdagelse av disse bølger. Disse bølger hadde endvidere, efter Maxwell's teori og Hertz' eksperimenter, de eiendommeligheter som man efter alle optiske erfaringer tilskriver lysbølgerne. Konsekvensen var den elektromagnetiske lysteori, som indordner ogsaa alle lysfænomener i det elektromagnetiske fænomenkompleks.

Jeg har dvælet saa utførlig ved denne utvikling av to grunde.

For det første viser den os karakteren av de *naturvidenskabelige forutsigelser*. Disse beror ikke paa nogensomhelst profetisk gave hos os mennesker, eller enkelte benaadede blandt os. Vi forutsiger kun fænomener som er naturnødvendige konsekvenser av allerede kjendte naturfænomener. Forutsigelsen kommer naar det lykkes at gi en saa logisk rigtig beskrivelse av kjendte fænomener, at vi vinder utsyn til næste fænomen i samme kjede. Naar man saa ved eksperiment eller observation finder det forutsagte fænomen, saa gir dette en *relativ* bekræftelse av rigtigheten av den teori som ledet til forutsigelsen. Men ogsaa kun en relativ bekræftelse. Ti absolut rigtighet kunde vi i tilfælde kun tilskrive en teori som satte *alle* naturfænomener i fuld

logisk sammenhæng med hinanden. Men alle vore teorier, selv de mest omfattende, arbeider kun med brudstykker, og kan tilkjendes brukbarhet, eller, om man vil, relativ rigtighet kun indenfor mer eller mindre begrænsede omraader.

For det andet er det efter denne utvikling klart at vor indsigt i de fænomeners natur, som tilhører den elektrisk-magnetisk-optiske fænomengruppe, hviler paa t r e naturlove. Men det nye optiske fænomen følger ikke av de maxwellske ligninger, og er altsaa ikke nogen konsekvens av disse tre love. Er det desuagtet, som en virkning av lys paa lys, selv et fænomen der helt tilhører den samme fænomengruppe, saa gir det en f j e r d e uavhængig grundlov som blir at sidestille med de tre gamle.

Men er dette tilfælde, saa har det vidtrækkende konsekvenser. Til at beskrive de elektromagnetiske fænomener anvender nemlig de maxwellske ligninger under de enkleste forhold f i r e av hinanden uavhængige størrelser: den elektriske feltstyrke og den magnetiske feltstyrke, den elektriske æterkonstant (dielektricitetskonstanten for det »tomme rum«), og den magnetiske æterkonstant (den magnetiske permeabilitet for det «tomme rum») . Men til at bestemme disse størrelsers natur, d. v. s. deres sammenhæng med størrelser som vi er er mere fortrolige med, har vi hittil kun hat tre uavhængige ligninger, de tre som følger av de tre hittil kjendte elektromagnetiske grundlove. Opgaven at bestemme de elektriske og de magnetiske fundamentalstørrelsers natur har derfor hittil været ubestemt. Men kommer nu en fjerde ligning til, takket være en fjerde elektromagnetisk grundlov, saa blir opgaven efter alt at dømme bestemt: i s a a f a l d s k u l d e v i v æ r e p a a v e i t i l a t f a a v i t e h v a d e l e k t r i c i t e t e r f o r n o g e t.

III. Virkning av tyngde paa lys?

Men fænomenets forklaring kan ogsaa tænkes at ligge i anden retning. Paa sin vei forbi solen passerer lyset fra fiksstjernen ikke bare lysfelter, men ogsaa tyngdefelter av en styrke og en utstrækning som aldrig ved vore beskedne laboratorieforsøk. Det kunde derfor være en virkning av tyngden paa lysstraalen.

Heller ikke i denne antagelse ligger noget paa forhaand urimelig. Hvad vi ser av den fysiske verden er kun brudstykker. Men bakenfor gaar krydsforbindelser i alle retninger. Oprindelig kjendte vi elektriske fænomener og magnetiske fænomener adskilt. Nu ser vi dem forbundet med hinanden efter opdagelsen av de elektromagnetiske fænomener. Likedan kjendte vi lysfænomenene som noget helt adskilt fra de elektriske. Nu er de indordnet under det elektromagnetiske fænomenkompleks. Overhodet kan det være et spørsmaal om der kan tænkes fysiske fænomener som intet har med hinanden at gjøre. Sammenhæng og vekselvirkning er paa forhaand det sandsynlige, den absolute indifferentisme det usandsynlige.

Det er derfor intet usandsynlig i den antagelse at det nye optiske fænomen kunde være det første tegn paa en skjult forbindelse som fører fra den elektrisk-magnetisk-optiske fænomengruppe til tyngdefænomenet.

Er vi paa den rette vei med denne formodning, saa vilde det om mulig være av endnu større betydning end om det var en virkning av lys paa lys. Vistnok vilde den i saa fald neppe saa bekvemt med en gang gi os nøkkelen til forstaaelse av hvad elektricitet er. Tvertimot vilde vi staa overfor en utvidet opgave: elektromagnetismens gaate blev sammenknyttet med tyngdekraftens gaate. Og vi kunde vente at staa overfor en lignende utvikling som den Ørsteds opdagelse førte til for hundrede aar siden, utviklingen av en »elektrogravitisme«. Hvor denne vilde føre hen maatte vi med den største spænding avvente, ikke mindst fordi tyngden med sin enestaaende herskerstilling i den fysiske verden samtidig har indtat en fornemt tilbaketrukken stilling: den syntes hverken at forstyrre noget andet eller at forstyrres av noget andet.

Og her staar vi ved det interessanteste punkt i den foreliggende videnskabelige situation. Det er ikke nok med at sterk sandsynlighet kan tale for at fænomenets forklaring kan ligge i denne retning. Det er mulig at vi endog allerede besidder den teori som sammenbinder de elektromagnetiske fænomener med tyngden. Ti en saadan teori har forutsagt det nye fænomen, og ledet til dets opdagelse. Det er Einsteins relativitetsteori. Vi blir nødt til at ta standpunkt til den, hvor bizar den end kan forekomme os fysikere av den ældre skole.

IV. De historiske forutsætninger hvorav relativitetsteorien fremgik.

Jeg har desværre intet nøiagtig referat av de ord hvormed Royal Society's præsident, den berømte fysiker Sir J. J. Thomson indledet diskussionen efter astronomenes meddelelse. De karakteriserte paa en ypperlig maate situationen. Han fremhævet at vi her staar overfor kanske det merkeligste resultat som nogensinde er naadd ved menneskelig tænkning. Og vi staar overfor muligheten, eller nødvendigheten, at maatte erstatte Newtons tyngdelov med en dypere liggende lov, — men som har den mangel »that we can not express it«.

Her kommer jeg til den vanskeligste del av min opgave, at karakterisere denne lov, »som vi ikke kan uttrykke«.

Newtons lov kan vi uttrykke: Himmellegemerne bevæger sig som om de tiltrækker hinanden, med en kraft som avtar omvendt som avstandens kvadrat, og som er proportional med produktet av de to legemers masser.

Med det avgjørende uttryk »tiltrækker« forbinder selv hvert barn en bestemt forestilling, ut fra den erfaring at det med sin haand kan trække en gjenstand til sig, selv om en dypere analyse avslører vanskeligheter. Newtons egen følelse herav vises ved hans forsigtige »som om«, som ofte nok er blit utelatt av de altfor selvsikre efterfølgere, men som i den krise vi nu gjennemlever vil komme til fuld ære igjen.

Et tilsvarende uttryk for den nye, Einsteinske tyngdelov, fremstillet ved ord som jeg forbinder en mere eller mindre anskuelig forestilling ved, kan vi ikke gi. Det bedste billede vil vi faa ved at følge den nye teoris utvikling historisk.

Den er opstaat og har hat sin vekst under den opdagelsernes og gjæringens tid som har karakterisert fysiken i den sidste menneskealder. Den indlededes ved det gjennembrud jeg allerede har omtalt: de av Maxwells teori forutsagte elektriske bølger opdagedes eksperimentelt av Hertz. Det førte til et mægtig omslag, under hvis eftervirkninger vi endnu lever. Men omslaget førte ikke dit som gjennembruddets mænd ventet. Hvad disse vilde tænkt om den vei utviklingen har tat, faar vi aldrig vite. Maxwell døde allerede et decennium førend gjennembruddet kom ved Hertz' opdagelse. Og neppe var denne naadd frem til anerkjendelse førend døden

avbrøt ogsaa hans arbeide. Han kom aldrig til at indta sin selvskrevne stilling som den nye utviklings leder. Saameget desto vigtigere er det, ikke at glemme disse mænds kongstanke, hvad enten man herefter, som mange tror, skal forlate den definitivt, eller det kun er et midlertidig bølgeslag som gaar hen over den.

Enstemmig pekte begge mot mekaniken — hittil den fuldkomneste av alle naturvidenskaper — som den der maatte danne fundamentet for hele den teoretiske fysik. Idet Maxwell i sit store verk »Electricity and Magnetism« gaar over til at utvikle sin nye teori, gjør han opmerksom paa den paafaldende likhet som det elektromagnetiske selvinduktionsfænomen frembyder med de mekaniske træghetsfænomener. Det er vanskelig at forestille sig, siger han, at denne analogi skulde være helt »overfladisk« eller »vildledende«, og tilføier: »Den fundamentale forestilling om materien som noget der ved sin bevægelse kan bli bærer av bevægelsesmængde og energi er saa sammenvævet med vor idékreds, at naarsomhelst vi fanger et glimt av det nogensteds i naturen, føler vi at vi har en vei for os, som før eller senere vil føre til den fuldstændige forstaaelse av fænomenet». I denne aand er det at foregangsmanden skaper sin teori. Og Hertz følger ham. Sit posthume verk om mekanikens principer, som han vistnok selv betragtet som det der skulde lede den kommende utvikling, indleder han med disse ord: »Alle fysikere er enige derom, at det er fysikens opgave at tilbakeføre naturfænomenene paa mekanikens enkle love«. Og den enstemmighet Hertz her taler om hadde ogsaa rukket langt ut over det sedvanlige maal. Ser vi bort fra retninger av mere eller mindre mystisk tilsnit, som aldrig har faat nogen betydning for fysikens utvikling, saa kan vi si at denne enighet har bestaat fra Demokrit til Hertz. Men neppe hadde Hertz betonet denne enighet, forend man skulde se den briste.

Gjennembruddet hadde nemlig ikke været fuldstændig fra de maxwell'ske og hertz'iske ideers standpunkt. Hvad man almindelig ansaa for bevist ved de hertz'iske eksperimenter, var dette: der maa eksistere et medium, vi kalder det æteren, som fylder rummet; alle elektriske, magnetiske eller optiske fænomener beror paa tilstande som har sit sæte i, eller

processer som foregaar i dette medium; disse tilstandes eller processers forhold til tid og rum fremstilles ved de maxwellske ligninger; men den nærmere mekaniske natur av disse processer eller tilstande var endnu ukjendt. Det var det gjenstaaende problem, hvis løsning Hertz haapet at forberede gjennem sin mekanik. Men hverken Maxwell eller Hertz fik nogen efterfølger som magtet at bryte sig videre frem paa denne bane. Efterfølgerne slog ind paa bekvemmere mere opportunistiske veie.

Dette viste sig straks ved et problem som nu kom i forgrunden: spørsmaalet om æterens forhold til den synlige materie, og specielt dette: følger æteren de synlige legemer i deres bevægelse eller ikke? Her syntes nemlig tegn at staa mot tegn. »Aberrationen« av det lys som kommer til os fra fiksstjernerne lot sig lettest forklare om man antok at æteren var hvilende i rummet og at jorden bevæget sig gjennem den. Men var det saa, saa laa det nær at anta at den »ætervind« som vi maatte leve i paa grund av jordens bevægelse gjennem æteren maatte kunne paavises. Der burde vise sig forskjel mellem den tilsynelatende lyshastighet, eftersom lyset forplantet sig med, mot, eller tvers paa jordens bevægelsesretning. Følgen herav burde fremtræde med fuld tydelighet ved et i sit princip meget enkelt interferensforsøk, som allerede Maxwell hadde git ideen til, og som med kolossale hjælpemidler og yderste omhu blev utført av professor Michelson i Chicago. Men resultatet blev en stor overraskelse: den ventede virkning, som skulde tyde paa forskjellige forplantningshastigheter, uteblev. Eksperimentet forløp som om man med, mot og tvers paa jordens bevægelsesretning hadde samme relative lyshastighet. Det var som om æteren skulde følge jorden, og ikke stod stille som aberrationen syntes at vise.

Man stod da overfor det dilemma, enten at finde en forklaring av aberrationen selv om jorden antas at føre æteren med sig, eller en forklaring av Michelsons interferensforsøk selv om æteren antas at staa stille. Den bekjendte hollandske fysiker Lorentz fandt det sidste bekvemmest Han antok at æteren hvilte overalt i rummet, selv der hvor jorden med fuld fart farer igjennem den. Og her satte han saken —

i mine øine unødig — helt paa spidsen: han antok at denne æterens indre hvile var fuldstændig, saa at ingen del av den kunde sættes i bevægelse ved kræfters indgripen eller ydre indvirkninger av nogen art. Men like fuldt skulde den ha evnen til at gripe ind i materiens bevægelse.

Her har vi for første gang bruddet med mekanikens principer, som Hertz og alle før ham vilde ha ophøiet til den fysiske verdens grundlove. Mekaniken hviler paa Newtons tre bevægelseslove. Den tredje av disse er principet om den like virkning og motvirkning: intet legeme kan utøve en kraft paa et andet, uten at utsættes for en like stor og motsat rettet motkraft. Dette princip, som man tidligere har betragtet som universelt, tilskriver altsaa Lorentz kun indskrænket gyldighet, idet æteren virker paa materien, mens materien ikke virker tilbake paa æteren.

Ved dette skridt av Lorentz bøier den teoretiske fysik for første gang av i antimekanisk retning. Og efterat først fra ledende hold ét hug var ført mot mekanikens ledende stilling, skulde der snart følge flere. Den »energetiske« skole, grundlagt av den berømte tyske fysikalske kemiker og filosof Ostwald, vilde grundlægge alt paa »energetik« istedenfor paa mekanik. Senere vilde den »elektricistiske« skole forklare de mekaniske fænomener elektrisk, og ikke de elektriske mekanisk, — diametralt det motsatte av hvad den moderne elektricitetslæres grundlæggere Maxwell og Hertz hadde forlangt. Avgjort fremgang har dog ingen av disse to retninger hat. Energetikernes stormløp mot den kinetiske gasteori endte med en glimrende seier for denne efter sit væsen helt mekaniske teori. Og det vigtigste den elektricistiske skole hittil har levert indskrænker sig vistnok til feltropet.

Sidst i denne række fremkom relativitetsteorien. Den er kanske ikke, som disse to, fremgaat av nogen direkte kamplyst mot mekanikens herskerstilling; men griper til gjengjæld saa meget dypere helt ned mot mekanikens og vor naturerkjendelses fundamenter.

Efterat Lorentz hadde truffet sit valg, at anta æteren hvilende i rummet, gjaldt det at finde en forklaring hvorfor ikke Michelsons eksperiment gav det ventede resultat. Han fandt

den utvei at anta at den maalestok vi anvendte ved maalingen av lysets forplantningshastighet eller bølgelængder, ikke var paalidelig. Han antok at alle faste legemer, selv det stiveste stof en meterstav kan fremstilles av, forkortes litt naar de indstilles i jordens bevægelsesretning, og forlænges igjen naar de stilles lodret paa denne retning. Og disse længdeforandringer skulde netop være saa store at den ventede optiske effekt skjultes. Men vi merker ikke disse længdeforandringer fordi alle legemer, til og med jorden selv, undergaar nøiagtig samme deformation. Vi har intet uforanderlig at stille ved siden av det som forandres.

Denne Lorentz-kontraktion, som den kaldes, syntes i høieste grad at ha karakteren av det man kalder en hypotese ad hoc, en forlegenhetshypotese. Poincaré, den store matematiker, har en gang spottende kaldt den en taskenspillerkunst av Vorherre, for at menneskene ikke skulde formaste sig til, ved optiske forsøk at bestemme jordens bevægelse. Men dog synes der ved nøiere eftersyn at eksistere grunde for saadanne forlængelser eller forkortelser. Bevæger en kule sig gjennem vand, som jorden gjennem æteren, saa fordeler trykket sig ikke symmetrisk over kuglen. Resultatet er at kulen vil toie sig litt i bevægelsesretningen, tilfældigvis altsaa det motsatte av hvad Lorentz antok. Men kan det ene ske, saa kan under forandrede forhold ogsaa det motsatte ske. Ja den engelske elektriker Oliver Heaviside, — i mine øine den betydeligste teoretiker paa dette omraade efter Maxwell og Hertz — hadde allerede før disse spørsmaal kom op utledet av den maxwellske teori, at en deformerbar elektrisk kule vil anta ellipsoideform naar den bevæger sig. Man faar den korte akse i bevægelsesretningen, og den lange lodret derpaa, og netop det forhold mellem kort og lang akse som gir Lorentz-kontraktionen. Dette var et meget forhaabningsfuldt resultat, som syntes at skulle aapne en mulighet for at skaffe en fornuftig mekanisk-fysisk underbygning under Lorentz' bizarre antagelse. Men arbeidet i denne retning blev ikke ført til ende.

Utviklingen tok pludselig en ny retning ved A. Einsteins fremtræden.

V. Vore forestillinger om tid, rum og bevægelse.

Lorentz var kommet frem ved at anta at det var maalestokken som svigtet. Den var tøielig, hvad stof den end blev gjort av. Einstein flyttet forestillingen om det tøielige over fra den materielle maalestok til tids- og længdebegrepet.

Vore tids- og rumforestillinger pleier vi at betragte som en gang for alle givne. Om tiden har jeg den forestilling at den flyter ustanselig, uten at jeg har noget middel til at holde den fast, eller til at gripe ind i dens fart. Om noget skulde kunne betegnes som en uavhængig variabel, saa er det tiden. Og likedan tænker jeg mig rummets egenskaper faste og uforanderlige, og vor viden om disse egenskaper en gang for alle nedlagt i vor geometri. Derfor har vi stillet vor opgave som fysikere saa: at forsoke at forstaa, eller rigtigere beskrive naturfænomenene ut fra disse faste forestillinger om tid og rum. Einstein vender saken om: han tilpasser vore tids- og rumforestillinger til naturfænomenene.

At dette er et dristig skridt er med en gang klart. Og man fristes til at spørre, er det ikke meningsløst, fornuftstridig? For at se paa dette maa vi betragte litt nøiere vore tids- og rumforestillingers utvikling. Ti ser vi efter saa har de forandret sig i tidens løp.

Det primitive menneskes forestilling om rummet er ikke den samme som den vi nu har. Naturmenneskene tænker sig ikke rummet strukturløst som vi. De kan ikke opgi forestillingen om et absolut op og ned. Dette præget ogsaa de ældste græske filosofers opfatning, og laa til grund for Epikurs lære om atomenes evige fald. Først da man kom til det resultat at jorden var rund, blev ogsaa rummet strukturløst, saa at ingen retning utmerket sig fremfor nogen anden. Et midtpunkt hadde dog rummet fremdeles, nemlig jordens midtpunkt. Men ogsaa dette skulde forsvinde. Med antagelsen av det kopernikanske verdenssystem kunde dette midtpunkt ikke længer fastholdes ved jorden. Det maatte i det mindste flyttes til solen. Men heller ikke solen kunde man i længden gi noget fortrin fremfor andre fiksstjerner, enhver tale om verdens midtpunkt mistet sin betydning. Rummet er saaledes

efterhaanden blit fuldstændig strukturløst og ensartet i hele sin utstrækning.

Dette jevne, strukturløse rums indre egenskaper, de forskjellige rumstørrelsers indbyrdes forhold, er gjenstand for den del av matematiken som vi kalder geometrien. Og saa fast denne blev opført for over to tusen aar siden av Euklid, saa er heller ikke dens utvikling bragt til definitiv avslutning. Fremfor alt er det ét av de euklidiske axiomer som har været gjenstand for diskussion og tvil, hans parallelaxiom, at man gjennem et punkt ikke kan trække mere end en linje parallel med en anden. Eller hvad der er dermed jevnbyrdig, at summen av vinklene i et triangel er lik to rette. Det forrige aarhundredes store matematikere har vist at man kan opbygge en logisk uangripelig geometri, hvor man ikke længer bygger paa denne forutsætning om vinkelsummen i trianglet. Og vi maa regne med den mulighet at der i vor verden kanske kan findes triangler hvor vinkelsummen ved nøiagtig maaling vil findes forskjellig fra to rette. Det er endnu ikke lykkedes. Men det er ikke utænkelig at det kunde lykkes, hvis vi kunde forfine vore vinkelmaalingsinstrumenter tilstrækkelig. Og allerede vore nuværende instrumenter kunde kanske strække til om vi kunde utsende iagttagere til nogle av de fjerneste stjerner i melkeveien for at maale vinklene i et triangel av kosmiske dimensioner.

Vort studium av rummet og dets egenskaper er saaledes ikke avsluttet, og der kan fra logisk standpunkt ikke gjøres nogen indvending mot at det gjøres til gjenstand for videre utvikling.

Paa lignende maate forholder det sig med tiden. Vor primære forestilling om tiden har vi derfra at vi kan ordne alle begivenheter vi husker i en bestemt rækkefølge. Hvis der, f. eks. ved en vidneførsel, kommer uoverensstemmelser om en saadan rækkefølge, saa tar vi ikke i betænkning at anta at det skyldes hukommelsesfeil, og ikke den ting at tiden i sig selv har forløpet forskjellig for de forskjellige vidner.

Men skal jeg saa fra denne forestilling om en rækkefølge gaa over til maalet for tidslængder, saa støter jeg paa vanskeligheter. Vistnok har enhver en vis fornemmelse av kortere eller længere tider, men ikke skarp nok til at bygge maaling

av tidslængder paa. Om f. eks. forskjellige menighetsmedlemmer skal avgjøre om presten har prækt længst skjærtorsdag eller langfredag, saa kan de komme til meget forskjellig resultat. En er blit revet med, tiden er svundet bort for ham. En er blit sittende uopmerksom og har fundet tiden lang. En ser til sin overraskelse presten pludselig gaa ned fra prækestolen, uten at ane at han har hat sig en blund.

Vor tidsfornemmelse hviler altsaa paa svigtende grundlag. For at komme til sikrere avgjørelse maa vi se paa klokken. Men saa kan jeg spørre: hvorav vet jeg at klokken gaar like fort skjærtorsdag som langfredag? Jeg kan da svare at klokkens gang er regulert efter solen, eller nøiagtigere, efter jordens rotation i forhold til fiksstjernerne. Men saa er spørsmaalet: har da ogsaa jorden rotert like hurtig skjærtorsdag som langfredag? Nogen direkte, positiv sikkerhet for dette har vi ikke. Men jeg tror at kunne gi indirekte beviser, i det mindste paa at dens rotation kun kan ha forandret sig meget litet. Om jorden pludselig stanset sin rotation, saa vet vi, eller tror vi at vite, at vi vilde merke fænomener værre end ved det værste jordskjælv: hus vilde falde overende, alle østover, og mægtige flodbølger vilde, fra vest mot øst, overskylle kontinentene. Om jorden, istedenfor at stanse helt, kun forandret sin rotationshastighet litt, saa vilde man merke lignende, men svakere fænomener. Og enhver nævneværdig ustøhet i jordens rotation vilde gi sig til kjende ved m e k a n i s k e f æ n o m e n e r: dette peker mot mekaniken som den videnskap der gir mig kontrol av mit tidsmaal.

Vort tidsmaal faar vi derfor ogsaa i virkeligheten gjennem mekanikens axiomer, Newtons berømte tre bevægelseslove. Til grund for enhver bestemmelse av en bevægelse ligger relative tids- og rummaalinger. Tidsmaalingene er relative fordi de foretas i forhold til et tilfældig valgt ur, og rummaalingene er relative fordi de foretas ut fra et tilfældig valgt fast legeme. I regelen bruker vi jorden som dette faste legeme. Men vi kan ogsaa bruke andre. For at studere bevægelser som foregaar indenfor en jernbanevogn i fart kan vi foreta maalingene ut fra vognens gulv og vægger. Og for at studere planetsystemets bevægelser kan vi frigjøre os fra jorden som referencelegeme, og henføre alle bevægelser til et tænkt

fast legeme, definert ved tre akser som gaar ut fra solens centrum, eller endnu bedre fra solsystemets tyngdepunkt, og som har uforanderlig retning i forhold til fiksstjernehimmelen. Eftersom jeg bruker forskjellige urer eller forskjellige av disse referencelegemer, viser det sig at større eller mindre klasser av de bevægelser som vi iagttar i naturen forløper i overensstemmelse med Newtons bevægelseslove. Mekanikens fundamentale arbeidshypotese — jeg benytter her professor Axel Thues formulering — er da denne: der kan tænkes et saadant ur, og et saadant fast legeme, at alle bevægelser som beskrives i forhold til disse, vil sees at forløpe i fuld overensstemmelse med Newtons bevægelseslove.

Denne arbeidshypotese gir os ikke alene det abstrakte grundlag for tid- og rummaalinger som vi behøver for vort teoretiske arbeide; den anviser ogsaa den praktiske vei til at finde den best mulige kontrol paa vore urers gang, og det bedst mulige fundamentallegeme som utgangspunkt for vore rummaalinger. Denne vei bestaar simpelt hen i at forsøke ur efter ur, og fundamentallegeme efter fundamentallegeme, og bli staaende ved det ur og det fundamentallegeme som lar den bedste overensstemmelse fremtræde mellem bevægelserne i naturen og Newtons bevægelseslove Denne vei har man da ogsaa gaat, og fundet følgende praktiske resultat: et ur regulert efter jordens rotation i forhold til fiksstjernehimmelen er paa det aller nærmeste et fuldkomment ur. Og et fast legeme definert ved solsystemets tyngdepunkt og tre stive akser gjennem dette og av uforanderlig retning i forhold til fiksstjernehimmelen danner paa det aller nærmeste et fuldkomment fundamentallegeme til utgangspunkt for rummaalingene.

Men, uavhængig av den overensstemmelse vi efter dette kan faa med de Newtonske bevægelseslove, vil der efter disse loves eget væsen vedbli at hefte noget relativt ved bevægelsen. Av disse love følger nemlig umiddelbart at hvis jeg kjender ét fundamentallegeme, hvorfra rummaalingene kan foretaes, saa kjender jeg med det samme uendelig mange som er like brukbare: istedenfor ét fundamentallegeme kan jeg med samme ret anvende ethvert andet legeme som har jevn, rotationsfri bevægelse i forhold til det første. Hvor rask en bevægelse »i virkeligheten« er kan jeg aldrig avgjøre.

Det er et spørsmaal som ikke har nogen mening. Jeg kan kun angi hvor rask den er relativt til et hvilkensomhelst av de uendelig mange, indbyrdes jevngode fundamentallegemer. Hvad jeg kan bestemme, eller tror at kunne bestemme, absolut er kun bevægelsesforandringene (akkelerationene). Ti disse blir de samme i forhold til alle fundamentallegemer.

Dette at det blev mekaniken som skaffet grundlaget for tids- og rummaalingene, og gav vore forestillinger om tid og rum deres fæstede form saalangt de lot sig fæste, maatte naturligvis i høi grad befæste den herskerstilling som denne videnskap allerede fra gammel tid sat inde med. Alle naturvidenskaper beskriver fænomenene i forhold til tid og rum, og staar derved i direkte avhængighetsforhold til den videnskap som opklarer tids- og rumbegrepene. Dette kunde kun yderligere stimulere den tendens, der synes at være menneskeaanden medfødt, at gripe til mekaniske forestillinger naar vi skal klargjøre os naturfænomenene. Denne tendens har behersket spekulationene over naturen helt fra de gamle græske naturfilosofers dage. Efter Newtons grundlæggelse av mekaniken som eksakt videnskap kom der plan i dette arbeide. Hertz' mekanik var et sidste storstilet forsøk paa at lægge mekaniken yderligere til rette for denne sin høieste opgave, at studere de skjulte mekanismer bakom naturfænomenene.

Men saa var det omslaget skulde komme.

VI. Einsteins »specielle« relativitetsteori.

Med denne mekanistiske retning bryter Einstein. Og han gjør det ved at gripe dypt: han anerkjender ikke længer mekanikens monopol paa at fastsætte vore tids- og rumbegreper. Han tilpasser dem yderligere efter andre naturfænomener, og vinder sin ret til at gjøre det ved uttrykkelig at anta at disse ikke mere er av mekanisk natur. Ellers vilde denne yderligere tilpasning enten være indholdsløs, eller føre til selvmotsigelse. Av Maxwells teori blir paa denne maate kun de matematiske former tilbake. Det fysiske indhold som Maxwell og Hertz mente

at se i dem findes ikke mere. Den analogi mellem de sedvanlige dynamiske og de elektrodynamiske fænomener som ledet Maxwell frem til hans teori maa i hvert fald være »overfladiske«, selv om den ikke paa ham virket helt »vildledende«.

Midlet til at bringe ind den mekaniske teori for de elektriske og optiske fænomener, Maxwells og Hertz's verdensæter, maa Einstein ut fra dette syn feie ut av verdensrummet. Enhver spekulation om en »ætervind« som skulde kunne merkes paa grund av jordens bevægelse falder derved bort. Nogen mekanisme for lysets forplantning, i likhet med den bekjendte for lydens, har man ikke at spørre efter. Man har kun at notere de foreliggende empiriske fakta om dette naturfænomen. Og som det grundlæggende faktum betragter han det, at lyshastigheten i det tomme rum er konstant, og helt uavhængig av lyskildens eller iagttagerens bevægelsestilstand.

Med disse forutsætninger som utgangspunkt tilpasser han vore tids- og rumforestillinger saadan at den relativitet, som viser sig ved bevægelsesfænomenene, skal bestaa for alle naturfænomener. Anvendt paa det specielt foreliggende tilfælde vil dette si, at vore tids- og rumforestillinger tilpasses saa at ethvert positivt resultat av Michelsons eksperiment paa forhaand er utelukket.

Benytter vi i forbigaaende matematisk sprogbruk, saa kan vi uttrykke os saaledes: Hittil har vi trodd at observere fysikens fænomener i forhold til mekanikens tre rumvariable x, y, z (f. eks. længde, bredde, høide) og den ene tidsvariable t. Men dette er selvbedrag. I virkeligheten benytter vi fire variable x', y', z', t', som kan fremstilles som funktioner av de oprindelige x, y, z, t, og der som saadanne hverken er rene rum- eller rene tidsstørrelser. Takket være den større tøielighet, de derigjennem er i besiddelse av, kan de tilpasses paa den forønskede maate. Denne tilpasning er en enkel matematisk regneoperation. Den tidligere fysiske taskenspillerkunst, — for at bli i Poincarés billede — er erstattet ved en matematisk.

Paa denne maate passerer man med en beundringsværdig smarthet forbi de specielle vanskeligheter som saa længe har hindret fremmarschen. Men spørsmaalet er da: hvilke følger vil denne omlægning av vore fundamentalforestillinger faa for

hele den øvrige fysik, som er opbygget paa det gamle mekanistiske tids- og rumbegrep? Det maa prøves igjennem et fuldstændig revisionsarbeide over hele fysikens omraade. Resultatet er en uundgaaelig forandring av alle love hvor tid og rum griper ind. Men gjennemgaaende er forandringene for smaa til at merkes. Praktisk talt vil lovene forbli som vi nu kjender dem, og paaviselige motsigelser møter vi derfor ikke.

Samtidig hermed møter man konsekvenser som kan tydes som væsentlige fortrin for det nye syn. Man faar frem nye relationer mellem tidligere adskilte fundamentalstørrelser, som f. eks. masse og energi. Og takket være de nye variables større tøielighet, takket være den omstændighet at man ikke længer har nogen fast grænse mellem tids- og rumvariable, kan man bringe den matematiske fysiks grundligninger paa overordentlig symmetriske og harmoniske former. Det var fremfor alt den betydelige tyske matematiker M i n k o w s k i som det lykkedes at avdække denne harmoni. Hans avhandling derom vil altid forbli noget enestaaende i vor videnskaps literatur. Den er skrevet med en visionær begeistring som man ellers ikke er vant til at møte side om side med matematiske formler. Og hans avhandling har bragt mere end en matematiker til at si: dette er saa skjønt at det maa være sandt. Selv døde han kort efter at han hadde fuldført denne avhandling, men priste sig paa dødsleiet lykkelig over at ha faat være med at indlede den nye tid han saa for sig.

Men disse fremskridt naaes ikke gratis, set fra vore tilvante forestillingers standpunkt. Mekanikens fundamentalur, der bestemmer en for den hele verden fælles tid, eksisterer ikke mere. Og de rummaalinger som foretas ut fra mekanikens forskjellig bevægede fundamentallegemer blir herefter væsensforskjellige. Her følger, efter borgerlig opfatning, de bizarreste konsekvenser. De har fyldt pressen, og omgit relativitetsteorien med en sensation som sjelden falder i en abstrakt teoris lod. Et eksempel er dette: lad os tænke os to kloder i verdensrummet, som farer forbi hinanden med stor hastighet. Og lad os tænke os at beboerne av disse kloder finder sin egen klode kulerund. De vil da gjensidig se den anden klode flattrykt, og desto mere jo raskere de bevæger

sig i forhold til hinanden. Samtidig vil de se urene paa den flattrykte klode gaa langsommere end paa sin egen. Ved den største hastighet de ifølge relativitetsteorien kan faa i forhold til hinanden, nemlig lyshastigheten, vil beboerne av begge kloder fremdeles finde sin egen klode uforandret kulerund, og sine egne urer jevnt gaaende som før. Men de vil finde at den anden klode er helt flattrykt, og dens urer staaende.

Efter eksempler som disse er det ikke at undres paa at man betegner teorien som revolutionær. Men, kan man spørre, var det ikke i sin tid like revolutionært da filosofene forkastet det absolute op-ned i rummet og fremstillet hypotesen om antipodernes eksistens? Denne lære blev jo ogsaa i sin tid bekjæmpet med forbitrelse, blandt andet av fremragende kirkefædre. Og dog har vore jordomseilere bragt det eksperimentelle bevis for antipodernes eksistens, og konstatert at disse mennesker ikke falder paa hodet ut i verdensrummet. Kan det ikke tænkes at vi i fremtiden kan komme frem til like uomstøtelige beviser paa relativitetsteoriens rigtighet?

VII. Einsteins »almindelige« relativitetsteori.

Her har ikke Einstein nøiet sig med at forholde sig avventende. Han har rastløst utbygget sin teori videre, for at bringe den til indre logisk fuldkommenhet, og for, om mulig, at føre den frem mot den avgjørende eksperimentelle prøve.

Naar relativitetstanken skal tillægges saa avgjørende betydning, saa føles det som noget halvt at principet kun skal gjælde »specielt«, d. v. s. kun for den jevne retlinjede bevægelse, mens den ujevne andel av bevægelsen fremdeles skal kunne erkjendes absolut, paa grundlag av de Newtonske bevægelseslove. Einstein søker derfor at gi relativitetsprincipet ubegrænset almindelighet: det skal være en indbildning naar vi tror at kunne erkjende bevægelsesforandringer som saadanne gjennem de træghetsvirkninger de utløser. Naar f. eks. mit legeme merker virkninger av denne art, saa burde det ved fuld almindelighet av relativitetsprincipet være helt umulig at avgjøre, om dette skyldes en bevægelsesforandring av mit eget legeme, eller en like stor motsat bevægelsesfor-

andring av hele den verden som omgir mig. Einstein viser at denne tanke kan gjennemføres hvis man antar at der er fuld indre identitet mellem to virkninger av helt universel natur, virkningene av træghet og av tyngde.

Den skuffende likhet mellem træghet og tyngde merker jeg naar jeg staar i en elevator. Naar denne sættes igang opover kjender jeg en forøket tyngde. Og denne forøkede tyngde vilde jeg merke vedvarende, om elevatoren fortsatte ustanselig med jevn tiltagende hastighet opover. Hvis jeg ikke kunde kontrollere sammenhængen ved at se ut, vilde jeg tro at leve i et sterkere tyngdefelt end det jeg kjendte paa gaten, førend jeg steg ind i elevatoren.

Denne analogi mellem træghets- og tyngdevirkninger er intet nyt, og har ført til mange forsøk paa mekanisk forklaring av tyngdens aarsak. Længst har C. A. Bjerknes naadd ved sin paavisning av tiltrækningen mellem ens pulserende kuler i en væske. Man faar en tyngdelignende virkning mellem de to kuler, som kan fremstilles ved et slaaende eksperiment. Her er det træghetsvirkningene i væsken som frembringer den tilsynelatende tyngdekraft. Og grundtanken i den tidligere omtalte mekanik av Hertz er denne samme, at tilbakeføre alle naturens kræfter, blandt dem ogsaa tyngden, paa træghetsvirkninger av skjulte masser.

Men det er paa en anden vei Einstein vil løse det samme problem: Han vil ha tyngdevirkningen frem, ikke som den indirekte virkning av skjulte massers træghet, men som den direkte virkning av de synlige massers egen træghet. En ganske liketil, direkte løsning av problemet vilde man faa om jorden simpelt hen var flat, og bebodd kun paa den ene side, og vi ikke hadde at ta hensyn til andre himmellegemer. Da vilde det være nok at anta at den flate jord bevæget sig opover, bestandig med jevnt tiltagende hastighet. Men anderledes stiller saken sig naar vi skal ta hensyn til at tyngden er motsat rettet her og hos vore antipoder, og at den virker ikke bare ind mot jorden, men ogsaa ind mot solen og ethvert himmellegeme.

En løsning av problemet i anskuelig form, som gir et billede paa grundlag av vore tilvante tids- og rumforestillinger, kan Einstein derfor ikke gi. Men hvad han gjennem matema-

tisk formelsprog har lykkedes at vise kan sammenfattes saa: De fire tids-rumstørrelser x' y' z' t' definerer — efter en matematisk sprogbruk som man ikke behøver at tillægge nogen realitet — et »firedimensionalt rum«. Tilpasser jeg dette »rum«s egenskaper, ikke efter Euklids postulat, men efter det nævnte »almindelige« relativitetspostulat, saa kan man naa frem til en tyngdelov, som stemmer med Newtons i første tilnærmelse. Hele astronomien vil forbli praktisk talt uforandret. Men nøiagtigere efterset er loven forskjellig fra Newtons, og der, efter de fakta som synes at foreligge, bedre end denne: Visse eiendommeligheter ved planeten Merkurs bane, som har sat astronomene i forlegenhet hittil (det er dog neppe avgjørende bevist at Newtons lov her klikker) synes at forklares utvungent ut fra den nye lov. Og hvad der nu har vakt saa umaadelig opsigt: den har forutsagt hvad der er blit saa glimrende bekræftet, at lysstraaler skal avbøies naar de passerer et intenst tyngdefelt.

Men hvor meget end denne nye tyngdelov præsterer, saa har den den svakhet at vi ikke kan »uttrykke den«. Den kan kun karakteriseres stykkevis: tyngden skal være en virkning av lignende art som den jeg merker ved igangsætningen av en elevator. Eller den har karakteren av en slags centrifugalkraft som optræder fordi det »rum«, som defineres ved de fire variable x', y', z', t', ikke er »euklidisk«, men »krummet«. For at illustrere hvad dette vil si kan vi ta til hjælp analogier fra dannelser med færre dimensioner end vort tredimensionale rum. Da er planet den eneste todimensionale dannelse som ikke er krummet, mens enhver anden flate er krummet. Og bevægelser som skal foregaa i en krummet flate vil skille sig karakteristisk fra bevægelser som foregaar i et plan.

Lat os tænke os f. eks. en flate som har formen av et plan med en tragtformig forsænkning i. Et med træghet forsynet punkt, som er tvunget til at bevæge sig i denne flate, vil gaa i ret linje naar det utkastes langs den plane del av flaten. Men om det kastes saa at det trænger ned i tragten, vil det efter et eller flere omløp kastes ut igjen paa grund av den centrifugalkraft som trær i virksomhet som følge av flatens krumning. Men hvis vi ikke var opmerksom paa denne flatens krumning, saa vilde det se ut som om punktet

blev frastøtt av en kraft som utgik fra tragtens spids. Hvad vi kalder tyngde skulde da være en tilsvarende ikke frastøtning men tiltrækning, som skyldtes lokale krumninger i det »rum« som vi lever i, og som er definert ved de fire størrelser x′, y′, z′, t′, der er tilpasset saa at den forlangte virkning optræer.

Var den specielle relativitetsteori revolutionær, saa er denne videre, almindelige utvikling av den det ikke mindre. I hvilken grad vil tilstrækkelig fremgaa av følgende. Er det almindelige relativitetsprincip rigtig, saa er det kopernikanske verdenssystem ikke et haar bedre end det ptolemeiske. Dette vil ikke si at vi efter Einstein like godt kunde slaa en strek over den utvikling som knytter sig til navne som Kopernikus og Newton. For studiet av sakens detaljer har disse hat sin store betydning. Men fra principielt standpunkt er det ptolemeiske og det kopernikanske verdenssystem jevnbyrdige.

Men naar vi føres saa langt, kan det være paa tide at opta til diskussion, hvilken betydning vi overhodet tør tillægge vore teorier.

VIII. Vore teoriers relativitet.

Det er fremhævet ovenfor at vi i vore teorier ikke længer ser forklaringer av naturfænomene, men kun beskrivelser av dem. Men enhver beskrivelse foregaar ved hjælp av billeder som vi henter fra vor egen tankeverden. Hvor meget vi end søker at gi vore beskrivelser objektivitet, saa vedblir de at være subjektive billeder, som opstaar under vekselvirkningen mellem sanseindtrykkene utenfra og vor egen indre verden.

De billeder som vi paa denne maate danner os av den fysiske verden er under stadig omdannelse, eftersom det kompleks av fakta som de skal omfatte stadig blir rikere. Disse fakta grupperes stadig i rigtigere sammenhæng, og sammenhængen mellem nyopdagede fænomener og de ældre, som vi allerede har en viss fortrolighet med, er det som gir illusionen av en forstaaelse. Men evig blivende værd har kun hvert nyt faktum, hvert nyt, sikkert konstatert naturfænomen: fænomenet elektriske bølger, det faktum at lysstraaler bøies naar de passerer solen, o. s. v.

Er det lykkedes en teori at gi en beskrivelse av en række fænomener i tilnærmet rigtig sammenhæng, saa kan den lede paa sporet til næste fænomen i samme række. Da har den præstert det høieste som kan forlanges av en teori, da har den vist heuristisk værdi. Men derfor behøver man ikke at tilskrive den mere end en viss relativ sandhet. Den Maxwell'ske teori har vist en heuristisk værdi som kanske ingen teori tidligere. Den har aabenbaret en hel ny fænomenverden for os. Gjennem den traadløse telegrafi er disse fænomener endog traadt i det praktiske livs tjeneste. Men desuagtet anerkjender de konsekvente relativister kun en liten del av denne teori som objektiv rigtig, nemlig kun dens matematiske formelsystem. Det tankeindhold som Maxwell, Heaviside og Hertz la i disse formler vil de ha utbyttet mot et andet.

Søker vi med erfaringer som disse for øie at ta et overblik over den nu foreliggende situation som helhet, saa vil resultatet bli omtrent følgende:

Der foreligger neppe hittil noget bindende bevis for at de nu foreliggende fysiske fakta gjør relativitetsteorien til en nødvendighet. Og det er neppe helt avgjort endnu, om teorien ogsaa kan forsones med ethvert av disse fakta. Da den fremkom stod man overfor vanskeligheter. Disse kunde kanske været overvundet paa andre veier. Lorentz' kontraktionshypotese antyder en saadan vei, og andre som endnu ingen har drømt om kan ogsaa komme til at aapne sig Det nyopdagede optiske fænomen kan ogsaa indtil videre tænkes forklaret — i den relative betydning av dette ord — paa andre veier end den relativistiske, som tidligere antydet.

Men paa den anden side er det faktum ikke at komme forbi at relativitetsteorien i øieblikket har distancert alle teoretiske forsøk i ældre stil. Den har vist en bekvem vei gjennem de nævnte vanskeligheter. Og dernæst har den — saafremt intet selvbedrag foreligger, saafremt ikke naturen likefrem har spillet os et puds — vist sig at ha en merkelig heuristisk værdi, ved at lede os frem til det nye optiske fænomen. Med andre ord: den har vist os at den metode at tilpasse vore tids- og rumforestillinger til visse fysiske fænomener, er en brukbar heuristisk metode i den periode av fysikens utvikling som vi nu gjennemlever.

Men derav følger endnu ikke med nogen grad av sikkerhet at disse tilpasninger fra nu av til evig tid skal komme til at præge vor tids- og rumopfatning. I relativitetsteoriens formler kan en senere tid komme til at lægge et ganske andet tankeindhold end det som foregangsmanden og kanske endnu mere den trossikre skare av efterfølgere vil lægge i dem.

Man bør derfor ikke forskrækkes altfor meget over de sensationelle paradokser, som fylder dagspressen og utgis for det væsentlige i relativismens »nye verdensbillede«: at samme klode skal kunne synes rund for en iagttager, og samtidig flat for en anden; at en og samme klokke skal kunne synes at gaa for en iagttager og samtidig at staa for en anden; at rummet skal være krummet, saa den rette linje gaar tilbake i sig selv; at rummet derfor ogsaa maa være endelig, men dog saadan at ingen kan peke paa dets grænse; at dette tomme rum, dette »krummede intet« er det som »forklarer« tyngden. Og sidst men ikke mindst: at det fra nu av skulde høre fortiden til at ta mekanikens forraad av tankebilleder til hjælp ved utformningen av vore fysiske teorier; at, om en mekanisk analogi kunde lede Maxwell paa det rette spor, saa skulde disse analogier — trods den utstrækning og den præcision man nu maa erkjende de har — dog i hovedsak være »overfladiske og vildledende.«

Overfor disse konsekvenser av den yderste relativisme bør det være tilstrækkelig at minde om, at en teori som har kunnet rehabilitere det Ptolemeiske verdenssystem overfor det Kopernikanske ikke bør føle sig altfor sikker overfor fremtidsteorier som kan komme til at rehabilitere Demokrits, Maxwells og Hertz' mekanistiske syn overfor Einsteins relativistiske.

Hvor utviklingen tilslut vil føre hen, er det ikke nogen givet at forutse. Men relativitetsteorien vil i hvert fald sætte dype merker efter sig, selv om den i sin tid kommer til at vike for andre teorier. Ved at gripe dypt aapner den vore øine for muligheten av overraskende omvurderinger selv av de sterkest grundfæstede teorier. Den menneskelige selvovervurdering, som ligger i at vi tillægger vore teorier absolut sandhet, vil mere og mere svinde. Relativitetsteorien vil bidra mægtig til at klargjøre for os v o r e t e o r i e r s r e l a t i v i t e t.

Nogen træk fra den norske topografis historie.[1])

Av Hans W:son Ahlmann.

Norge er verdensberømt for sin skjønhet, og de turister som i aarenes løp har besøkt landet tar med sig erindringen om aapne, opdyrkede daler med lange lier, omgit av store fjeldvidder, eller av trange, mørke daler med et og andet hus opklamret ved fjeldvæggen, av fjorder med næsten utrolig bratte sider og av fjeldpartier ikke saa store som Alpernes, men ofte like vilde og fantastiske paa grund av at de ved kysten stiger direkte op av havet. De geografiske videnskapsmænd, som studerer jordoverflatens former, finder Norge like interessant som skjønt, og jo mer denne videnskapsgren — den geomorfologiske — gjør fremskridt, desto mer berømt vil ogsaa Norge bli blandt de geografiske videnskapsmænd. Det er et stort antal vigtige problemer, som i Norge er saa vel repræsentert at de kanske kun paa faa andre steder paa jorden kunde bli bedre studert. Nærværende forfatter har i løpet av de senere aar foretat en række reiser i Norge for at studere nogen saadanne problemer og skal nu i de følgende linjer omtale dem litt nærmere.

Mens Vestlandet kjendetegnes ved sine fjorder, er det de store, brede daler som sætter sit stempel paa Østlandet. Reiser man med jernbanen fra Kristiania til Bergen, vil man se at Hallingdalen stiger likesom med et trappetrin op fra Strandevand paa 440 m. til Gjeilovandet paa 700—750 m. over havet. Ved nærmere undersøkelse vil man imidlertid finde, at omkring Strandevand og Holsdalen findes der i det faste fjeld terrasser eller hylder som sandsynligvis er rester efter bunden av en ældre dal, som har været den kontinuerlige fortsættelse av Gjeilodalen. Vi kjender ikke endnu alle de faktorer som har bidradd til at ødelægge den gamle dal fra og med Strandevand og videre nedover, men sikkert har indlandsisen med sin store evne til at bryte op og grave ut og file istykker fjeldet

---

[1]) For dem som interesserer sig for de her omhandlede problemer henvises til »Norges Geologiske Undersøkelses« skrifter og til forfatterens arbeide »Geomorphological Studies in Norway«, Geografiska Annaler. Aarg. 1. Stockholm 1919.

indenfor markerte daler i høi grad bidradd til ødelæggelsesarbeidet.

Paa samme maate som Hallingdalen stiger Gjeilodalen med et pludselig sprang op til høifjeldsdalen ved Ustevandet paa omtrent 1000 meters høide over havet. Ved dette nivaa er man kommet op i en helt anden natur end før. Hallingdalens dype dalføre og den markerte dal ved Gjeilo er blit erstattet med den bølgende Hardangervidde, hvor alene en række uregelmæssige fordypninger viser fortsættelsen av de nedenfor liggende daler. Alting oppe paa fjeldvidden bærer fortidspræg i motsætning til dalene nedenfor. Det er ogsaa to helt forskjellige generationer i topografiens verden som man her gjør bekjendskap med. De dype dalene er »unge« i forhold til det »gamle« fjeldplataa.

Lignende forhold som de nu nævnte møter man ogsaa ved de øverste deler av Østlandets og Sørlandets daler likesom ogsaa ved Vestlandets fjorder. Alle stiger de i et eller flere markerte trin op til høifjeldsvidden. Som eksempel kan nævnes den øverste ende av Vestfjorddalen i Telemarken ved Risbu ovenfor Rjukan, Bykle øverst i Sætersdalen, Vøringsfossen øverst i Maabødalen i Hardanger, Opset i Raundalen, Vatnahalsen i Flaamsdalen, den bratte skraaning nedenfor Smeddalsvandet i Lærdal umiddelbart ovenfor Maristuen, skraaningen nedenfor Utrovandet i Valdres og fossefaldet nedenfor Skogadalsbøen i Vettisdalen. Hardangervidden er i topografisk henseende litet kjendt, men man kan dog konstatere at de denuderende eller nedbrytende kræfter har virket i saa lang tid paa den, at den næsten har naadd det stadium i utviklingen som kaldes »peneplanet« og som karakteriseres av en vidde eller slette med ubetydelige høideforskjeller. Sandsynligvis har ogsaa Hardangervidden i en relativt sen geologisk tid ligget i nærheten av havoverflaten som danner det nivaa ned mot hvilket de eroderende kræfter prøver at sænke og utjevne alle landomraader, hvor høie og fjeldrike de end er. Efterat Hardangervidden og det omkringliggende omraade med samme karakter hadde naadd nærheten av dette langt fremskredne utviklingsstadium nær havoverflaten, blev den likesom hele det nuværende Norge hævet gjennem lignende kræfter som de der omtrent samtidig skapte Al-

perne og de andre tertiære bjergkjeder rundt omkring paa jorden. Av den gamle lavslette blev der nu en høislette som umiddelbart blev angrepet av de denuderende kræfter, fremfor alt efter gamle og nye sprækkelinjer i fjeldet. En følge herav var en serie daler som sagte men uavladelig blev skaaret alt dypere ned i den hævede landmasse og indover høisletten. Den tidligere ubrutte fjeldmasse og den jevne slette blev herved sondersplittet i kanten. Senere har isstrømmene under istiden i høi grad omdannet, tilskjærpet og yderligere sondersplittet fjeldmassen paa en maate som skal omtales noget nærmere i det følgende. Av den gamle ubrutte landmasse ligger derfor nu alene igjen en torso. Paa fig. 1 er med skraalinjer betegnet denne »torso« eller den del av det nuværende land over hvilket de nye daler endnu ikke er trængt frem og hvor saaledes den gamle topografi ligger mest urørt igjen.

Om denne ubrutte centrale landmasse og dens historie i tidernes løp gir øverste del av Romsdalen endel oplysninger (fig. 2). Man finder først at bidalene til den øverste del av Romsdalen gaar i motsat retning av hoveddalen og danner saakaldte angeldaler[1]) og at de ikke slutter i nivaa med hoveddalen, men hænger høit oppe paa dens sider. Man ser videre at disse bidaler fortsætter i hylder og terrasser som fører frem til og gaar over i den øverste del av Gudbrandsdalen. Det er derfor tydelig at Gudbrandsdalen engang har fortsat frem over det omraade i hvilket Romsdalen nu er nedskaaret; det er sandsynlig at det er Vermedalen som har dannet fortsættelsen av Gudbrandsdalens hovedparti paa den maate som fig. 2 gjengir. Først senere er Romsdalen blit uterodert og har successivt ædt sig fra havet i vest tilbake i fjeldet og erobret Gudbrandsdalen stykke for stykke frem til den plads ved Stueflaten hvor nu den bratte dal-ende ligger. Av disse forhold kan man dra den slutning at den gamle landoverflate strakte sig længer mot vest end nu, og at mange av de store østlandske daler er begyndt meget længer mot vest end nu er tilfælde. Paa samme maate er det tydelig at de vestlandske daler er yngre og nu efterhvert trænger sig ind paa de omraader som de østlandske daler tidligere var i uindskrænket

[1]) Av fiske-angel eller fiskekrok.

besiddelse av. En strid foregaar saaledes mellem Vestlandets og Østlandets daler, der seiren er sikret de førstnævnte.

De nye vestlandske daler, som begyndte at dannes da den gamle slette blev hævet, blev under sin utvikling likesom de ældre østlandske daler stadig bredere og utrustet med jevnere

Fig. 1. Det sydlige Norge. Det skraverte omraade betegner den centrale, ubrutte land-blok over hvilken de unge daler endnu ikke har trængt ind. Tallene refererer sig til de undersøkte pladser for kontakten mellem de unge daler og den centrale land-blok. 1. betegner skraaningen mellem Uste-vandet og Gjeilodalen; 2. skraaningen ved Risbu ovenfor Rjukan; 3. Bykle i Sætersdalen; 4. Vøringsfossen i Maabødalen; 5. Opset i Raundalen; 6. Vatnahalsen; 7. skraaningen nedenfor Smeddalsvand i Lærdal; 8. skraaningen nedenfor Utrovandet i Valdres; 9. Skogadalsbøen i Vettisdalen.

bund i sine nedre eller perifere partier. Efter en vis tid var utviklingen skredet saa langt frem, at bunden i de forskjellige dalers ytterste deler var blit saa bred og de fjeldpartier som skilte dalene saa lave eller aldeles utjevnet, at det hele smeltet sammen til en eneste flate eller en slette der som en mer

eller mindre bred bord omga det indenfor liggende land med dets markerte dalforer. Denne dalflate har tidligere været kaldt »strandflaten«, en dannelse, som har git anledning til megen diskussion.

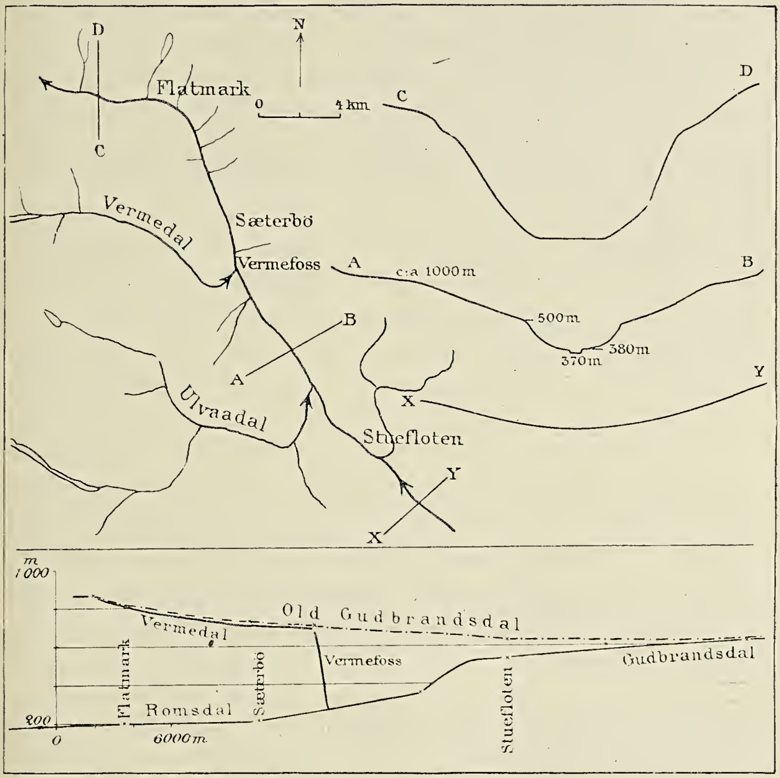


Fig. 2. Øverste del av Romsdalen. Konturskisse med tverprofiler; længdeprofil av den øverste del av Gudbrandsdalen og Romsdalen med Vermedalen som fortsættelse av Gudbrandsdalen.

Den mest almindelig vedtagne opfatning om strandflaten er at den er dannet gjennem abrasion, det vil si gjennem havbrændingenes eroderende virksomhet paa den faste fjeldgrund. Ved nærmere eftersyn vil man imidlertid finde at denne strandflate fortsætter ind i fjordene som rester efter en gammel dalgeneration. Disse rester i form av hylder og jevne terrasser er paa mange steder saa brede og ligger i et saadant

forhold til hverandre og fjordene at det neppe er mulig her at tænke sig dem dannet ved havabrasion. Beviset for en sammenhæng mellem dalene inde i landet og strandflaten utenfor er derimot tydelig. Det er ogsaa meget vanskelig at forestille sig hvorledes den paa enkelte steder flere mil brede strandflate har kunnet dannes gjennem havabrasion i de svært motstandsdygtige fjeldarter som danner Norges kyst, specielt naar man ser at abrasionen efter istiden ikke har formaaet at sætte noget spor efter sig i det faste fjeld undtagen paa steder som har været prædistinert for ødelæggelse. Paa Spitsbergen synes der at være et virkelig abrasionsplan paa lange strækninger, men man maa huske paa at fjeldartene paa Spitsbergen er helt andre og meget mindre motstandsdygtige end paa de norske kyster. Ogsaa forskjellige morfologiske forhold synes at foreligge paa begge steder saa at en direkte sammenligning mellem Spitsbergen og Norge neppe kan finde sted. Man maa ogsaa si at har landet ligget stille saa umaadelig længe i forhold til havoverflaten at abrasion har formaaet at utarbeide en saa bred kystslette som strandflaten er, saa maa de indenfor liggende daler ha hat tid til at utvikles til et stadium, som er forholdsvis mindst like fremskredet som kystflatens. En meget langt utviklet daldannelse i umiddelbar nærhet av havoverflaten maa imidlertid ogsaa ha tillatt abrasionen at naa langt i sit arbeide med kystomraadets denudation eller nedbrytning. Jeg vil heller ikke negte at abrasionen har forekommet og ikke ubetydelig bidraget til dannelsen av den jevne platform. De omraader; hvor kystflaten virkelig fortsætter ind i landet som gamle dalbunder, og viser sig at være en del av disse, er dog saa store, at jeg maa tillægge abrasionen en underordnet rolle. Dette foranlediger mig til heller at kalde kystsletten for den »perifere denudationsflate« end for strandflaten, da dette sidste uttryk fører med sig forestillingen om kystabrasion som den absolut vigtigste dannelsesproces.

For bedre at forstaa visse træk i Norges geomorfologi vil vi nu se noget nærmere paa et par omraader av speciel interesse. Bukkenfjorden er med sine vide vandflater og mange smaa og store øer ikke nogen typisk fjord men heller en bred bugt. Hovedtrækkene i dens morfologi er ogsaa blit

frembragt paa en noget anden maate end ved de egte fjorder. Professor Goldschmidt har vist at gjennem det sydlige Norge fra sydvest til nordost ligger en bred foldningsgrav dannet under den saakaldte Kaledoniske bjergfoldning og nu fyldt av omdannede, yngre lagdelte bergarter og eruptiver. Siderne paa denne foldningsgrav bestaar av en grundfjelds-overflate, som er blit presset ned. Da grundfjeldet er meget mer motstandsdygtig end bergartene indenfor foldningsgraven, har denne nedbøiede flate paa mange steder været bestemmende for de morfologiske processer og staar nu igjen som en grundmur, siden de dækkende »unge« bergmasser er blit denudert

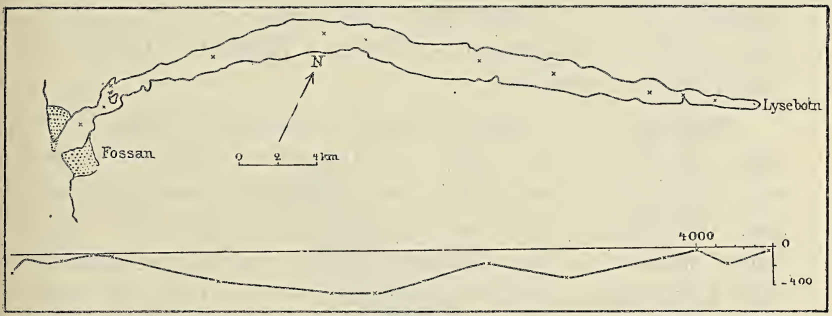


Fig. 3. Lysefjord. Konturskisse og længdeprofil av fjorden. Det prikkede omraade i mundingen betegner den glaciale randterrasse.

bort. Saaledes er det tydelig at den østre side av Bukkenfjorden nu betinges av denne grundfjeldsoverflate og at Bukkenomraadet er tektonisk begrænset. Det er ogsaa bevist at forkastningslinjer mange steder er av betydning for saavel hovedtræk som ogsaa for detaljtræk i Bukkenomraadets topografi. Bukkenfjordens hoveddel er ogsaa meget forskjellig fra andre fjorder.

Flere av Bukkenomraadets bifjorder som i øst ligger indenfor grundfjeldsomraadet har derimot en typisk fjeldkarakter, saavel hvad form som dannelsesmaate angaar. Lysefjord kan saaledes betragtes som typen paa en egte fjord (fig. 3). Den er svakt buet med enkle, rette og umaadelig bratte sider. Den er baade bredest og dypest netop paa midten. Ved mundingen stænges den — som dr. Reusch har beskrevet — av en terskel

saa høi at kun 15—20 m. dypt vand ligger ovenfor den, mens indenfor dybder op til 400 meter er loddet. Terskelen bestaar av to deler; den ytre er en saakaldt randterrasse bygget op av grus og sand paa en tid da indlandsisen her stod stille en længere tid og derfor fik anledning til at avsætte en masse av det materiale som dens iselver medførte. Indenfor denne terskel av løst materiale ligger imidlertid en terskel av fast fjeld; det bevises ved at der midt i fjorden ligger en bergø, og paa siderne stikker der frem smaa nes av fast fjeld. Næsten alle norske fjorder har en lignende form som Lysefjord, det vil si de er dypest indenfor en terskel som ofte naar meget høit op mot vandoverflaten. Meget sjelden ser man begge typer av terskler saa godt repræsentert som her, men man kan nu allikevel trygt si at alle egte fjorder i Norge har terskler av fast fjeld i sin munding.

Høgsfjord i det søndre Bukkenomraadet fortsætter i Dirdalen og Hundalen, to daler som sjelden nogen besøker, men som en geograf finder meget værdifulde, fordi isens virkninger paa et dalsystem her kan studeres bedre end paa mange andre steder (fig. 4). Hoveddalen som danner den umiddelbare fortsættelse av fjorden er bred med flat bund og bratte, rette sider; dens tverprofil ligner en bred U og hele dalen er et pent eksempel paa et saakaldt glacialt traug. Hoveddalen slutter i en vid amfiteateragtig utvidelse ved Gile (ca. 75 meter over havet), hvor 4 bidaler støter sammen. Herfra fortsætter man gjennem en trang, skarp V-formet og bratstigende typisk elvedal op til Birkedalen (ca. 175 meter over havet), som i sin hovedkarakter er lik Dirdalen, men i bunden optat av et litet vand. Birkedalen slutter paa samme maate som Dirdalen paa et sted hvor 3 bidaler munder ut; et trangt gjel leder tilslut op til Hundalen (ca. 250 meter over havet). Dalsystemet er saaledes fordelt likesom i tre etager, hvor Dirdalen som første etage er mest paavirket av iserosion, dernæst Birkedalen som anden og sidst Hundalen som tredje etage. De mellem disse daletager liggende V-formede »forbindelsesdaler« har derimot ingen tegn paa iserosion. Det er temmelig sikkert at dette dalsystem har været uavbrutt og kontinuerlig stigende før istiden, men at isen siden har brutt det sønder og opdelt det i de tre etager. Derved er isens arbeide blit regulert

ved Gile og Birkedal, hvor bidaler støter sammen som har ført frem store ismasser til disse s.k. »glaciale samlebækkener«. Isens forøkede masse og tryk indenfor de glaciale samlebækkener, har i høi grad forsterket iserosionen. Denne har

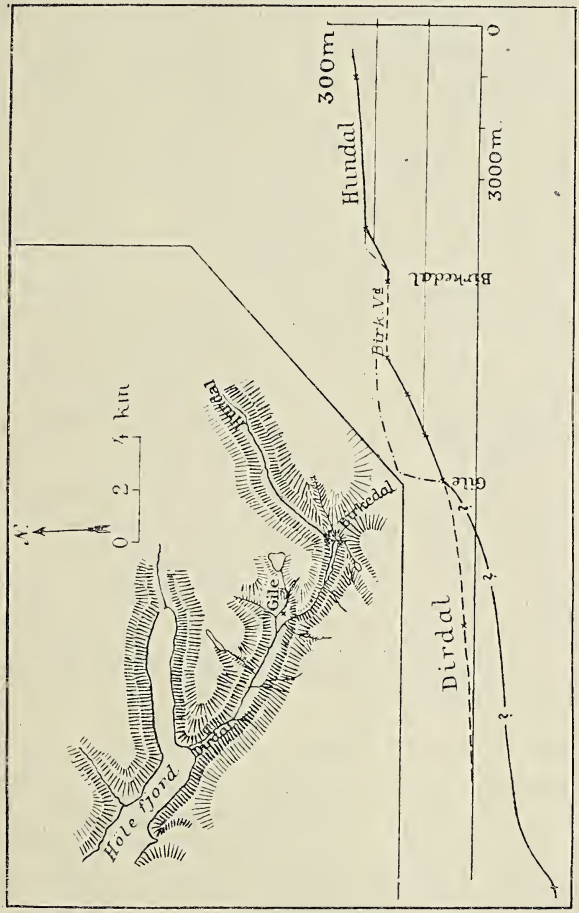


Fig. 4. Dirdal—Hundal. Kartskisse og længeprofil.

atter minket nedenfor en bestemt avstand fra samlebækkenets centrum. Som følge av denne ujevne paavirkning har dalsystemets opdeling i de tre etager fundet sted. Efter isens erosion har det rindende vand begyndt sin utjevnende virksomhet, men har derved endnu ikke rukket længer end til at danne de smaa V-formede forbindelsesdaler mellem Hundalen

elvene anledning til at fortsætte sin erosion, kommer imidlertid forbindelsesdalene til at bli større, for tilslut at danne en og Birkedalen og mellem denne sidste og Dirdalen. Faar sammenhængende uavbrutt dal.

Det nu beskrevne dalsystem er som sagt bare et eksempel paa forhold man træffer i de fleste andre daler i Norge eller paa steder hvor iserosionen har været særlig sterk. Hvor to eller flere isførende bidaler har støtt sammen, er der dannet et glacialt samlebækken i og nedenfor hvilket den glaciale erosion har været forhøiet. Det ser ut til at jo større ismasserne som er ført sammen i samlebækkenet er, desto større har ogsaa forøkelsen av iserosionen været. I store dalsystemer med mange og betydelige bidaler som førte frem store ismasser som f. eks. forholdene har været i Vestlandets hovedfjorder, har iserosionen i hoveddalen kunnet være saa betydelig at bergbækkener med en dybde paa flere hundrede meter — i Sognefjord endog 1100 m. — er blit uterodert. Jeg vil saaledes betegne fjordbækkenene og de tilsvarende sjøbækkener i visse daler som resultatet av den forøkede iserosion ved ovenforliggende samlebækkener. Disse bergbækkeners dybdemaksimum synes i normale tilfælde at ligge i den ytre tredjedel av bækkenet og i en bestemt avstand fra samlebækkenets centrum. Samme forhold, meget vel repræsentert, finder vi ogsa i Lofotens glaciale cirkusbækkener som senere skal omtales. Disse fakta er av betydning for forstaaelsen av iserosionen og dens fysiske og mekaniske lover.

Hardangerfjorden er likesom Bukkenfjorden for største delen tektonisk betinget av den store foldingsgrav. Den østre side falder nemlig sammen med gravens vestre side. I selve fjorden og paa dens anden side paatræffes de bergarter som almindelig findes i foldingsgraven, og disse er som tidligere nævnt meget mindre motstandsdygtige end urberget. Den nedfoldede urbergsflate paa Folgefonnhalvøens vestside har saaledes tjent som en orienteringslinje for denudationen og er efter hvert blit blottet saa at den nu viser sig som den bratte fjordside.

Til Hardangers store skjønhet bidrar i høi grad de store fosser, som styrter nedover bidalene, som hænger mer eller mindre høit oppe paa fjordsiden. Saadanne hængende

daler er almindelige for omraader som er blit i høiere grad paavirket av iserosionen. Man maa dog ikke, som mange geografer, uten videre ta disse hængende bidaler som sikkert bevis for en stor glacial overfordypning av hoveddalen, og man maa specielt vogte sig for at dra slutninger fra høiden av hængestupet til den glaciale overfordypnings størrelse. I Hardanger viser det sig nemlig ved nærmere studium at flere av de høiest hængende smaa bidaler maa være dannet først under eller efter istiden og saaledes er uten betydning for spørsmaalet om hoveddalens overfordypning. Fra Sogn har jeg ogsaa søkt at paavise at et par av de der forekommende hængende bidaler er opstaat ved at den dalgeneration som skulde ha formidlet overgangen mellem de høieste, nu hængende daler og fjorden av en eller anden grund er blit sprunget over og nu savnes. Det er min bestemte overbevisning at man maa gaa meget forsigtig tilverks med de hængende bidaler og ikke før efter nøiagtig undersøkelse betragte dem som bevis og maal for iserosionen. De store fjordbækkener, som ligger paa lovbestemt sted i forhold til det ovenfor liggende glaciale samlebækken og i mundingen er tillukket av bergterskler, er efter min mening fremdeles det sikreste bevis for den store iserosion. Naturligvis vil det vise sig ved nærmere undersøkelse at der ved de norske fjorder findes et stort antal egte hængende daler utvilsomt dannet ved iserosionen, men de detaljerte undersøkelser er ikke skredet saa langt frem, at en sikker utskillelse mellem de egte og falske hængende daler endnu kan gjøres. — De i Nordland forekommende glaciale cirkusser eller som de paa norsk kaldes »botner« er kanske dog de bedste og mest uimotsigelige bevis paa bræenes gjennemgripende virksomhet i topografien. (Se videre herom side 206).

Av særlig stor interesse for flere morfologiske problemer er den kjendte vei fra Eidfjord op gjennem Maabødalen til Vøringsfossen paa Hardangervidden (fig. 5). Dette dalsystem er til at begynde med meget likt det tidligere beskrevne Dirdal—Hundal. Saaledes slutter hoveddalens typiske glaciale traug ved Sæbø i et glacialt samlebækken, hvor tre bidaler støter sammen. For at komme op derfra til Maabødalen maa man passere et trangt gjel. Maabødalen bøier sig,

i motsætning til det typiske traug omkring Eidfjordvand, mellem mer og mindre langt utskytende dalnes paa grund av at iserosionen i denne bidal har været mindre end i hoveddalen nedenfor samlebækkenet.

Ved Maabø slutter dalen pludselig i en brat skraaning. Umiddelbart ved siden av denne stikker Bjoreias kanjon op og slutter i det svære stup over hvilket Vøringsfossen styrter.

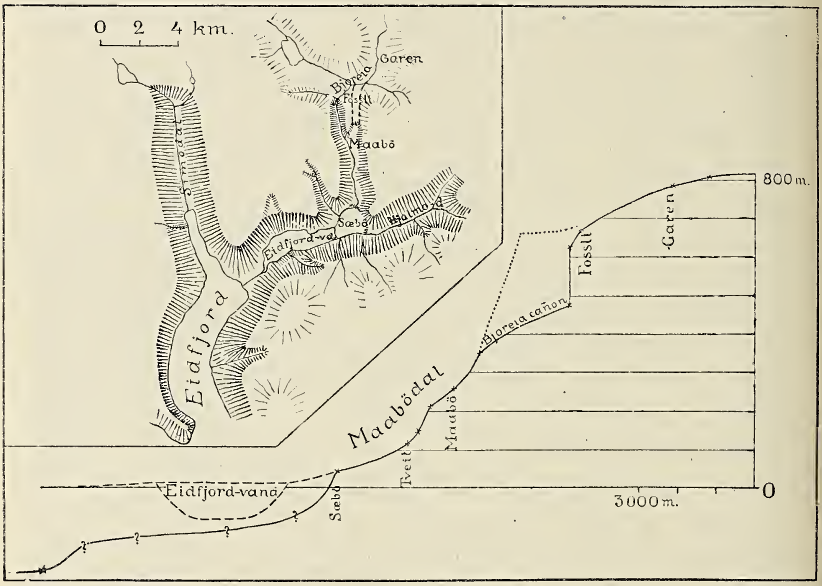


Fig. 5. Eidfjord—Fossli. Kartskisse og længdeprofil.

Hvor stor end denne kanjon er, viser dog hele dens natur at den er meget yngre end Maabødalen. Ser man nærmere efter oppe paa Hardangervidden omkring Fossli, vil man ogsaa finde at Bjoreiadalen paa Hardangervidden har sin naturlige fortsættelse frem imot det sted hvor Maabødalens bratte slut ligger. Fjeldgrunden er i denne egn gjennemfuret av svære sprækker i samme retning som den netop omtalte kanjon. Der er derfor al sandsynlighet for at Bjoreia elv ovenfor Fossli av en eller anden grund i en tid før istiden er avsporet fra sin rigtige bane og kommet ind i den sidefure, som siden er omdannet til den nuværende store kanjon. Gjennem denne avsporing blev Maabø-

dalens gamle slut, over hvilken tidligere elven styrtet i en lignende foss som Vøringsfossen, forladt og ligger nu tør. Efter min opfatning er saaledes Bjoreias kanjon væsentlig en fluvial dannelse til trods for at den i istiden er blit feiet ren og yderligere forstørret.

I end høiere grad end Bukkenfjorden og Hardangerfjorden bærer Bergensomraadet stempel av berggrundens tektonik og geologiske sammensætning. Bergensomraadet tilhører de saakaldte Bergensbuer som i likhet med den tidligere omtalte store foldningsgrav er av Kaledonisk alder, men selvstændig og dannet som store folder av yngre bergarter, presset fra vest ind mot urberget i øst. Bergartene ligger derfor, i overensstemmelse med prof. C. F. Kolderups undersøkelser, i strøk, den ene utenfor den anden bøiende sig omkring Bergen som centrum og avskaaret i vest, saa at det hele danner en serie av buer, aapne mot havet. Samtidig med at disse buer dannedes, opstod i 80—90 graders vinkel mot buerne store sprækkesystemer og svakhetszoner i berggrunden. De mindre motstandsdygtige bergarter i buerne og de nævnte sprækkesystemer er i tidens løp uterodert til daler og fjorder som nu gjenspeiler tektoniken og geologien. Men ikke blot selve bergbuerne, men ogsaa den nærmest i vest liggende del av grundfjeldet har faat stempel av foldningen. Den ytterste med bergbuerne konforme serie av fjorder som er sammensat av Fensfjord, Østfjord, et par vandbassiner paa Osterøen og Samnangerfjorden ligger saaledes tildels paa grænsen av det specielle Bergensomraade, eller helt utenfor dette, i grundfjeldet. Av de indenfor denne serie fjorder liggende strøk av depressioner maa specielt nævnes den som er sammensat av Mangerfjord, Radøfjord, den ytre del av Sørfjord samt dalen fra Arne til Nesttun. Den inderste bue bestaar av Herløfjord, Byfjorden og Bergensdalen fra Bergens by over Fjøsanger og Nordaasvandet ut til Korsfjord. I ret vinkel mot disse store buer av fjorder og daler ligger Osterfjorden og Sørfjorden mellem Arne og Vaksdal. Sprækkelinjerne i fjeldet i umiddelbar forlængelse av Osterfjorden og ved dens sider samt forkastninger ved Sørfjorden utenfor Trengereid beviser nærværelsen av svakhetszonerne.

Hele dette komplicerte system av fjorder indenfor Bergensomraadet bestaar av bassiner avstængt fra hverandre, og

i mundingen lukket av berkterskler. De kan umulig indrangeres i et normalt dalsystem lutende mot vest; de kan heller ikke forklares gjennem forkastninger eller andre tektoniske forhold; de maa være dannet gjennem isens eroderende virkninger, som paa steder betinget av de fysiske og mekaniske lover for iserosionen og tildels paavirket av de tektoniske og geologiske forhold har naadd sit største resultat i overfordypede bassiner.

Isens eroderende virkninger kan ogsaa tydelig følges i dalen Arne—Nesttun. Før istiden har denne dal været sammenhængende fra Kvam over Borge, Haukelandsvand og Grimevand til Nesttun, men i istiden er den blit avbrutt ved Haukelandsvand saa at den del, som nu ligger nordenfor, skraaner ned mot Sørfjorden og dræneres hit, mens saavel bidalene som bielvene fremdeles har en retning mot syd. Det parti av dalen som ligger vest for Haukelandsvand er ogsaa blit omdannet ved at Grimevand er blit utgravet midt i den. Det hele er et eksempel paa isens evne til at bryte istykker en engang sammenhængende dal i to eller flere partier med motsat fald og abnormt rindende vasdrag.

Indenfor Bergensomraadet kan ogsaa den perifere denudationsflates forhold til indenforliggende daler studeres med stort utbytte. Osterfjorden ovenfor vandflaten kan neppe karakteriseres som en typisk fjord, idet dens sider ikke er rette og bratte, men langsomt skraanende og tildels gaaende over i brede flater inde ved fjordstranden. Man maa betragte denne del av fjorden som en langt utviklet almindelig fluvial dal hvis oprindelige bund nu repræsenteres av flaterne ved fjordstranden. Mot øst blir fjorden stadig trangere, og den gamle dalbund stiger og danner terrasser og hylder i fjeldet. Mot vest derimot blir bundflaterne stadig større og bredere samt forener sig med vedliggende omraader av samme karakter til meget store, aapne og jevne flater. Lignende forhold kan ogsaa sies at forekomme ved Bergensdalen og dens fortsættelse ut gjennem fjordene i vest og ind mot dalene i øst. Overgangen mellem daler, fjorder og den ytterst liggende perifere denudationsflate er overalt kontinuerlig. Sammenhængen mellem disse er uomtvistelig. Kommer man derimot direkte ut til den ytre skjærgaard uten at ha set de indenfor

liggende fjorder og daler, kan man være tilbøielig til at tænke sig den perifere denudationsflate dannet av det utenforliggende hav, en hypotese som man av det ovenstaaende dog vil forstaa ikke er berettiget.

Fra Syd-Norge skal vi nu gaa over til Nordland, som kanske i endnu høiere grad er eventyrlandet ikke bare i sagaernes verden, men ogsaa for den alvorlige geograf og kanske mest for den kjedelige morfolog. Lofoten er i topografisk henseende enestaaende. For at forståa Lofoten maa man først søke at danne sig en opfatning av dets utseende inden isen begyndte sin helt omdannende virksomhet. Søker man gjennem den skare av større eller mindre øer som danner Lofoten og Vesteraalen, vil man paa enkelte steder finde omraader som mer end andre har bevaret den gamle eller oprindelige topografi. En saadan ø er f. eks. Vestvaagø. Gjennem studiet av denne ø og ved sammenligning med andre lignende omraader kommer man til den opfatning at Lofoten før istiden bestod av en samling mykt formede bergomraader, skilt fra hverandre ved brede daler med flat bund, som i likhet med forholdene i Syd-Norge utenfor selve bergomraadet sluttet sig sammen til en perifer denudationsflate. Likesom i Syd-Norge har man ogsaa i Nordland trodd at der foreligger en strandflate dannet av havet. Lofotens gamle topografi hadde med den opfatning av dens natur, som nu er skildret, karakteren av en bergkjede denudert saa længe, at de tidligere sammenhængende bergrygger var blit splitret og kun isolerte høider stod igjen mellem de rikt forgrenede dalsystemer. I den første istid da indlandsisen sandsynligvis gik over hele Lofoten, blev de runde former endnu mer myke. I den sidste istid derimot dækket indlandsisen ikke hele Lofoten, men der forekom kun lokale bræer. Disse har helt omdannet den tidligere ubrutte topografi.

Grænsen for indlandsisens ytre kant og overflate indenfor Lofoten er av helt dominerende betydning for forstaaelsen av forløpet av denne sidste akt i topografiens utvikling. For at faa greie paa den maa man følge topografiens forandringer fra svensk side av riksgrænsbanen ned til Narvik, ut gjennem

Ofotenfjord og langs med Lofotenmuren til de ytterste øene Værø og Røst. Den rolige og av store bølgende linjer beherskede topografi i Sverige blir mot vest i Norge stadig mer sønderbrutt og indesluttet av brutte hakkede linjer. Spidse tinder og kammer møter øiet overalt. Man finder dog snart at nogen av de høieste tinder løfter sig mere isolert og fritstaaende end de andre, som taarne over en bys hustak; de andre og lavere tinder staar alle i kontakt med rygger til glaciale botner eller cirkusser. De fritstaaende tinder er gamle nunatakker, som har stukket op ovenfor den sidste indlandsis's overflate og der faat sin tilspidsede form, i fuld overensstemmelse med de forhold som endnu forefindes indenfor egne med store isfelter saasom Spitsbergen og Grønland. Man kan paa disse nunatakfjeld i Ofoten fastslaa hvor høit indlandsisen har naadd. Under dennes øverste grænse begynder de rolige og hvælvede former i skarpeste motsætning til de spidse former ovenfor. Som eksempel paa et saadant fjeld kan nævnes Kongsbaktindene paa hvis bølgeformede basis løfter sig, likesom en slotsruin med taarne, nunataktindene. Grænsen for indlandsisens overflate ligger i disse egne omtrent 1000—1200 meter over havet, et maal som er blit bekræftet ved T h. V o g t s bestemmelse av grænsen for skuringsstriperne paa et fjeld i nærheten av Narvik. Fra Narvik synker grænsen ut mot vest og ligger ved søndre side av Saltenfjorden midt imot Bodø omtrent 900 meter over havet efter en bestemmelse paa den pent formede Bordtinde paa Aasetindryggen. Ute i Lofoten er det vanskelig at gjøre nogen sikre bestemmelser, men der synes at være grund til at anta at den ytre grænse for indlandsisens kant har ligget ved søndre del av Vestvaago. Over Andøya ligger en række store moræner som sandsynligvis markerer et av de ytterste strøk av indlandsisens kant, men til den ytre del av Langø har den samlede ismasse sandsynligvis ikke naadd.

Paa de omraader som har ligget ovenfor indlandsisens overflate og utenfor dens kant er der dannet lokale bræer i de depressioner som har været av den form og størrelse at større mængder sne der har kunnet samles. Jo større det omraade har været som har ligget frit av indlandsisen, desto større har ogsaa de lokale bræer været, men kun indtil

en viss grænse i vest, hvor de klimatologiske forhold har lagt hindringer i veien for dannelsen av bræer. Det er ogsaa sandsynlig at hele det nuværende landomraade og vedlig-

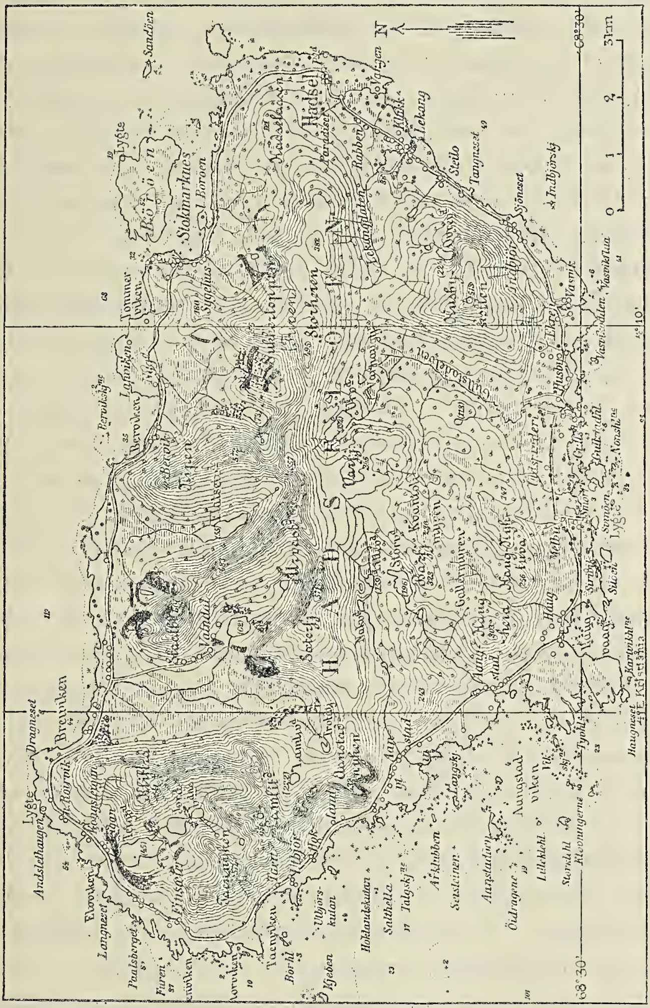


Fig. 6. Hadseløen i Vesteraalen. De tykke, sorte streker betegner endemorænevolder foran de glaciale cirkusser og cirkusdaler.

gende distrikter i det mindste i begyndelsen av den sidste indlandsis har ligget høiere i forhold til havet end nu. De lokale glacierer fløt sammen til store ismasser i dalene og de nuværende fjorder hvor de tildels forenet sig

med den ytterste del av indlandsisen fra øst. Omraadet lignet saaledes deler av Grønlands nuværende kyststrækning.

Om de lokale bræers utbredelse og størrelse i forskjellige perioder av den sidste istid gir visse omraader paa Vestvaagø og Hadselø interessante og gode oplysninger. Ved Stamsund paa den førstnævnte ø forekommer i fjeldet to store depressioner utdenudert av lokale bræer. I mundingen av disse depressioner ligger en lav bergterskel og indenfor denne, avstængende den inderste del av den glaciale botn, to endemorænevolder. Disse moræner markerer to bestemte stadier i de lokale bræers utbredelse. Det er sandsynlig at den utenforliggende bergterskel ogsaa markerer et visst utbredelsesstadium, som dog maa være ældre og fra en tid da bræene var meget større end da de indenforliggende morænevolder dannedes. Lignende forhold men endnu bedre utdannet træffer man paa Hadseløen (fig. 6). Paa dens nordre side ligger den ene store glaciale botn eller cirkus ved siden av den anden. Indenfor disse cirkusser kan man skille ut to forskjellige deler, en indre typisk botndannelse og et ytre bredere og mer dal-lignende parti. De indre og yngre deler er uten vegetation og omgit av nøkne fjeldsider, mens de ytre og ældre dalpartiers sider er dækket av taluskegler med sammenhængende vegetation. De indre deler har de to endemorænevolder foran sig. De ytre partier er — ogsaa i likhet med forholdene indenfor Stamsunddistriktet — avstængt ved lave bergterskler undtagen ved den vestligste dalcirkus som i mundingen desuten er lukket av en moræne. Det bemerkelsesværdige ved disse forhold er at morænene altid optrær i to trin. Fra det øvrige Skandinavien, fremfor alt fra det sydlige Sverige og det sydlige Norge er to morænetrin bedre utviklet end andre og de markerer tydelig et langt ophold av isen i dens tilbakegang. Disse morænetrin repræsenteres i det sydlige Norge av de vel kjendte Raerne og i det sydlige Sverige av en række morænevolder gjennem Dalsland, Vestergötland og Östergötland og i Finland av den svære ryg av glacialt materiale som kaldes Salpaussälkä. Salpaussälkä og Raerne er fordelt i to ved siden av hinanden liggende rygger, og endog paa visse steder i Sverige er totallet fremherskende. Professor J. H. L. V o g t har fremholdt at i Nordlands fjorder op-

træer paa mange steder store morænevolder og glaciale marginalterrasser overalt fordelt paa to trin; beliggenheten er ogsaa saadan at man har al grund til at anta at disse doble trin svarer til de i det sydlige Norge, Sverige og Finland. Professor De Geers undersøkelser over den »varviga leran« har bekræftet denne opfatning. Da nu de samme markerte todelte morænetrin optrær paa øene i Lofoten og Vesteraalen i en beliggenhet ved de glaciale cirkusser, som peker paa et ophold i de lokale bræers tilbakegang paa omtrent en tredjedels avstand fra maksimumsutbredelsen, er der efter min opfatning meget stor sandsynlighet for at disse to morænetrin ogsaa svarer til de netop nævnte i det sydlige Skandinavien. Med utgangspunkt herfra er det efter min opfatning ogsaa sandsynlig at det stadium som markeres av de i mundingen av cirkusdalen liggende bergterskler — og som ved det østligste av Hadseløens cirkusser ogsaa markeres av en moræne — betegner det ytterste utbredelsesstadium av den lokale glacier eller med andre ord det stadium som den store skandinaviske indlandsis hadde da dens kant stod i det nordlige Tyskland og Danmark. Mot omraadene fra de inderste cirkussers nøkne, bratte fjeldsider ut til den ytterste mundingsterskelen paa Vestvaagø og Hadselø svarer saaledes samme omraade som indenfor Østersjødalen strækker sig fra det nordlige Tyskland, gjennem Østersjøen og Botnhavet til isdeleren i det svenske Norrland. Grunden til at det ytterste stadium i de lokale bræers utbredelse bare betegnes av bergterskler er at indlandsisen efter større isstrømmer her har strøket forbi og bortført det materiale de lokale bræene førte med sig til sin kant. Til den vestligste av Hadseløens cirkusser synes derimot indlandsisen ikke at ha naadd, hvorfor her ogsaa har kunnet dannes en moræne.

Av Hadseløens cirkusser er i morfologisk henseende den nedenfor Staalbtind den merkeligste. (Fig. 7). Fjeldet er formet som en sukkertop, men paa den ene side har en liten lokal bræ ligget og uterodert sit leie til en dyp cirkus som i bunden er forsynet med et litet bassin, lukket av en bergterskel og de to ordinære morænevolder. Fjeldet ser fuldstændig ut som en vulkan med sit krater. Bergartene er her eruptive, hvorfor nogen kemisk opløsning i likhet med Dolinerne i Dal-

matien er utelukket; enhver tanke paa tektonisk dannelsesmaate av cirkussen er ogsaa umulig. Der kan ikke tænkes et mer talende og uimotsigelig bevis paa den store evne til vertikalerosion av selv en liten bræ end denne cirkus.

Cirkusser av lignende natur men meget større og mer komplicert forekommer paa den merkelige Moskenesøen.

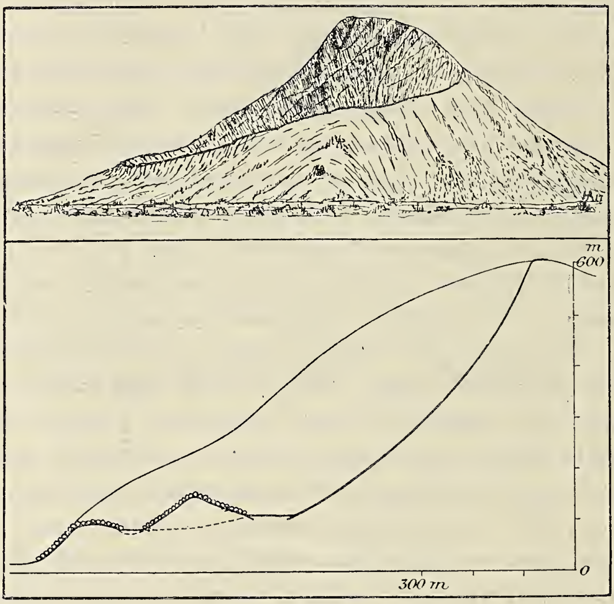


Fig. 7. Staalbtind paa Hadseløen med dens glaciale cirkus eller botn. Fjeldet set fra NW., tegnet efter fotografi; profil over cirkussen.

Denne ø er nu splittet istykker av større eller mindre cirkusser til et maanelandskap i miniatur. Et værre terræng at komme frem i er vanskelig at finde. Cirkusser i alle forskjellige utviklingsstadier findes her repræsentert, kanske bedre end noget andet sted paa jorden. Den glaciale erosion har her været saa gjennemgripende at der av den gamle eller oprindelige topografi bare findes igjen et par smaa flater, der likesom smaa kalotter avstumper de kegleformede eller pyramideformede fjeld. En udmerket beskrivelse av disse gamle flater er levert i Norsk geografisk Tidsskrift av Th. Vogt.

Hvad angaar cirkussene saa ligger de ovenfor hinanden likesom trin i en trappe (fig. 8 og 9). De fleste er saa langt utviklet at bunden er blit utgravet til større eller mindre fjeldbassiner. Bergterskelen fremfor disse er renfeiet og forsynet med nydelige skuringsstriper. Cirkussene og klippebas-

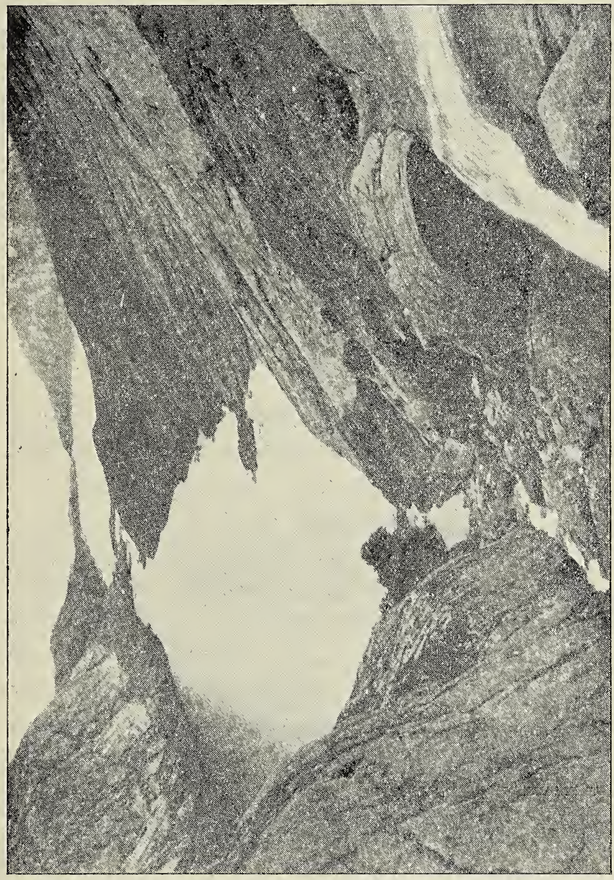


Fig. 8. »Cirkus-trappen« Tredalsvand—Studalsvand—Tindsvand set fra Fjæredalsvand; Moskenesøen i Lofoten.

sinene ligger aldeles uforandret fra den gang isen forlot dem. Av speciel interesse er disse cirkusbækkenes dybdeforhold. En del lodninger som blev foretat paa isen i mars 1917 gir nogen forestilling om bassinenes morfologi under vandflaten. Trolddalsvandet som er av de største cirkusbassiner, men dog kun 4.7 km. langt og paa det bredeste sted 1.8 km. bredt, er over 120 meter dypt inden hele sit centrale parti. Fjeldsiden

omkring dette vand er i sit nedre parti glattet og forsynet med skuringsstriper, mens de øverste partier er rue. Grænsen mellem disse to deler betegner sandsynligvis overflaten av den lokale glacier. Paa grund herav kan man fastslaa, at den glacier som engang fyldte og dannet denne cirkus, til slut har været 150—300 meter tyk. Det nærliggende Aavand er ikke saa dypt som Trolddalsvand. Dypfjord, Studalsvand og Reinevand er derimot i forhold til sin størrelse meget dype.

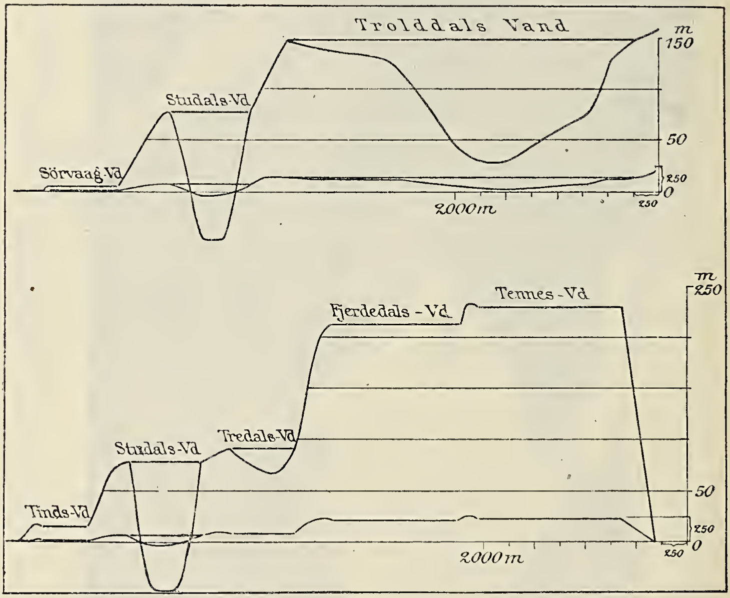


Fig. 9. Længdeprofil over to »cirkustrapper« paa Moskenesøen i Lofoten. O-linjen betegner havoverflaten; maalestokken 1 : 10 og 1 : 1.

Samtlige disse bassiner har sit dybdemaksimum i den ytre tredjedel og stemmer overens med de store fjorder ogsaa i andre morfologiske træk. En vigtig forskjel er imidlertid at ved cirkussene har isen bevæget sig fra den inderste fjeldvæg, mens isen i fjordene har bevæget sig over fjordbunden, og at cirkussene kun tildels har været fyldt av is, mens fjorden oversvømmedes av den. Samme fysiske lover som bestemte de lokale bræers virksomhet ved cirkusbassinenes dannelse har ogsaa gjældt ved indlandsisens dannelse av de store fjeldbækkener. De førstnævnte er dog meget enklere

og lettere at undersøke i detaljer hvilket ogsaa skaffer dem deres store værdi som studieobjekt.

Der findes særdeles meget igjen paa Moskenesø at gjøre for en geograf. Det her omtalte er bare nogen av de mest almindelige og vigtige træk i øens morfologi. Det samme gjælder ogsaa for alle de her forut behandlede omraader. Jeg har bare hat anledning til at berøre nogen faa fænomener, men haaper at disse skal gi impuls til større interesse for og arbeide med den natur som mer end nogen anden paakalder opmerksomhet og videnskabelig arbeide.

Spitsbergens fysiske geografi.

Av **W. Werenskiold.**

Rundt Spitsbergen ligger skodden og ruger over drivisen, og for det meste ser man ikke land før en er kloss inde under fjeldene. Men undertiden kan det hænde at landet ligger klart i solskinnet i hele sin længde fra nord til syd, og det er et underlig syn. Det første man faar øie paa, er Hornsundtinden, 1430 meter høi, skarp og tagget som et pigsvin. Saa dukker der op flere av samme sorten — vi diskuterer hvad det kan være for nogen — Haitanden, Tschebycheff og Sofiakammen — fjeld med underlige navn og vildt utseende, i en lang rødgul række. Eftersom vi kommer nærmere, dukker mere av landet frem — tinder og botner, urer og fonner, og hist og her en grøn flek i liene, og saa svære bræer som gaar ut i havet med lodret front — og en lav flat graa brem langs kysten. Skal vi en tur paa land, maa smaabaatene brukes; kysten er fuld av rev og »rakser« (rocks), og større fartøier faar ankre et stykke utpaa. Det er ikke saa let at komme frem med letbaaten heller, det gjælder at finde en plads hvor dragsuget ikke er for fælt. Har man sat foten paa landjorden, saa maa baaten trækkes op, en ti—tyve meter indover land, for at ikke floen skal ta den ut; der er nemlig stor tidevandsforskjel paa denne kyst, henimot to meter. Saa krabber vi op langs et bækkegjel i skrenten og kommer op paa en

slette, 10—20 m. over havet. Her er alting vaatt og bløtt, vaspytter og myrhul allesteds, men allikevel stikker berget frem ret som det er; flatlandet er ikke nogen opfylding, men er virkelig en avsats i berget. Borte ved nogen grønne moseflekker gaar en gaaseflok, oppe i uren er der tusenvis av »rotjes« eller alkekonger. Landet der indover er et terra incognita — tinder og bræer i massevis — man drøfter tindernes bestigelighet og planlægger turer indover bræene — imens er der kommet en fin taakestripe halvveis oppe i fjeldet, og en times tid efter er skodden saa tyk, at man ikke ser mere end 50 meter. Folk som holder til i en kulgrube afficeres ikke stort av veiret, men for dem som færdes paa sjø eller land rundt omkring Spitsbergen er veiret en vigtig faktor, som saa meget mere er gjenstand for diskussion, som det er ganske uberegnelig.

Klima. Spitsbergen er et arktisk land, med mørketid, sne og kulde, og en kort lys sommer — eller vaar — som slutter braat, netop som det ser bedst ut. De klimatiske forhold sætter sit præg paa hele landets karakter i en langt høiere grad end vi er vant til i den tempererte zone.

Solens centrum gaar under horisonten den 25de oktober i Green Harbour, kommer op igjen 17de februar, saa veksler dag og nat paa almindelig vis til 20de april; saa holder solen sig over horisonten dag og nat til 23de august. I mørketiden og »lystiden« er der liten forskjel paa dag og nat, ja i februar er det helst nogen tiendedeler koldere kl. 2 middag end kl. 8 aften. I april og mai er forskjellen størst, gjennemsnitlig 2.5°, i juni, juli, august og september er forskjellen bare 1°. Om sommeren kan termometret gaa op til 10—15°, naar veiret er klart og stille; da kan solen steke rigtig bra. Men dette staar ikke saa ofte paa, ialfald ute paa vestkysten. Her er veiret idethele daarligere end inde i fjordene, mere taake og nedbør. Er veiret klart og stille om vinteren, saa dumper termometret ned til 40° og vel saa det; men begynder det at blaase, saa jevnes temperaturen mere ut. Ret som det er, har de bare 0° paa Spitsbergen midt paa svarte vinteren. Der kommer da varm luft med søndenvind fra det aapne hav i sydvest.

Der ligger undertiden et omraade med høit lufttryk over Spitsbergen, med klart veir, og ekstreme temperaturer: koldt

om vinteren, varmt om sommeren. Men som oftest passerer der det ene minimum efter det andre. De fleste gaar omtrent over Bjørnøen. Det begynder da med østenvind og nedbør paa Spitsbergen, saa skruer vinden over mot nordost, og saa er der pent veir paa vestkysten en dags tid med faldende barometer. Landvinden er jo tør og fører klarveir med sig; men det varer ikke længe. Eftersom minimum kommer længere østover, blir vinden mere nordlig og gaar over til nordvest, med surt graaveir, »nordangraa«. Saa begynder en ny rundtur. Men undertiden passerer et minimum nordover langs vestkysten, eller tvers over landet. Luften suges da tvers over Spitsbergen, og enkelte passager hvor landet er forholdsvis lavt, virker da som kanaler for luftstrømmene. I visse fjorder kan da vinden blaase med orkanagtig styrke; det er Hornsund, Van Mijen Bay og Sassen Bay som er værst. I Hornsund oplevet vi en storm i 1918, fra 19de—23de juli, som var ganske fæl: en baat blaaste høit tilveirs og efterhaanden flere kilometer bortover øren; den slog sig totalt i filler. Samtidig var der storm i de andre fjorder paa vestkysten. Vi anslog vindstyrken til ca. 35 m/sek. Russeltvedt, som overvintret paa Axeløen foran Van Mijens Bay, maalte der vindstyrker paa 40m/sek. Det er orkan; i saa sterk storm kan man vanskelig holde sig paa benene. Disse østenstormer er rene »føhnvinder«, tørre og forholdsvis varme. Vaspytter tørker ut, og sneen smelter bort av bræene, som blir liggende blaagraa og skitne. Veiret er halvklart, over fjeldene staar der stormhatter — uldne skydotter paa luvsiden. Fænomenet er i almindelighet ganske lokalt begrænset — litt tilside for fjordmundingen kan det være blik stille, mens stormen brøler ut gjennem fjordkjæften. Man kan da lang vei unda se en skykost staa ut gjennem fjorden. Lignende kan man forresten se flere steder i Norge, f. eks. ved mundingen av Sjona i Helgeland.

Passerer et minimum videre nordover, blir det sydost med adskillig nedbør, saa syd og vest med taake.

Motsætningen mellem det kalde isdække areal i nord og øst og det forholdsvis varme aapne hav i vest og syd fører til at veirforholdene idethele blir meget ustadige. Det er uvist om der idethele findes nogen meteorologisk station som

viser større uregelmæssighet end Green Harbour. Dette viser sig mest om vinteren. Da avhænger temperaturen bare av skydækket og vinden. I klart veir er utstraalingen meget sterk; dette viser sig allerede første nat som midnatsolen er borte. Isflakene ligger og tiner, og i stille veir danner der sig et lag av ferskt vand og ca. 0° i overflaten. Er himmelen klar, blir utstraalingen om natten saa sterk, at ferskvandet fryser paa et par timer, saa man ikke kan komme frem med robaat. Men kommer der saa vind, da blir isen snart slaat op igjen, vandet blandes op og blir saltere og varmere i overflaten. Skjælisen forsvinder da snart.

Men selv midt paa sommeren merker man utstraalingen; det er kaldt i skyggen. Nat til 5te august 1919 holdt jeg paa med at maale op Sydkapøya; den er flat og myret i den sydlige del, og der var en hel del smaa tuer. Solen stod lavt i nord, og bak hver tue blev der en skygge, og i hver skygge slog der sig ned rim.

Klarveir og stille er hyppigere inde i landet end ute ved kysten. Finest er veiret i Cross Bay og Kings Bay. Disse fjorder er omgit av fjeld paa alle sider undtagen mot nordvest, og der kommer lite drivis.

Blaaser mild og fugtig luft henover drivisen, saa kondenseres fugtigheten og der blir taake. Baade taake og regn er hyppigere langs vestkysten end inde i fjordene; værst er vel Sydkap. Her er der skodde med alleslags vind, undtagen NNE, og da er der fint veir bare halvanden dag.

Taaken ligger i vandrette lag over store strækninger — sommetider dækker den lavlandet til en høide av et til to hundrede meter, men ofte ligger den langs fjeldene i en høide mellem 350 og 500 meter, med klart veir ovenpaa. Slike veirforhold er ærgerlige for topografene.

Taaken danner sig ofte paa fine, varme, klare dager Der kommer sigende kold polarluft ind fra havet, og denne løfter gradvis op den varme luft, til den blir saapas avkjølet at vanddampen kondenseres. Paa slike dager merker man at det er betydelig varmere over skylaget end under — det er ikke bare solskinnet som gjør det, men selve luften er ogsaa varmere over skoddehavet.

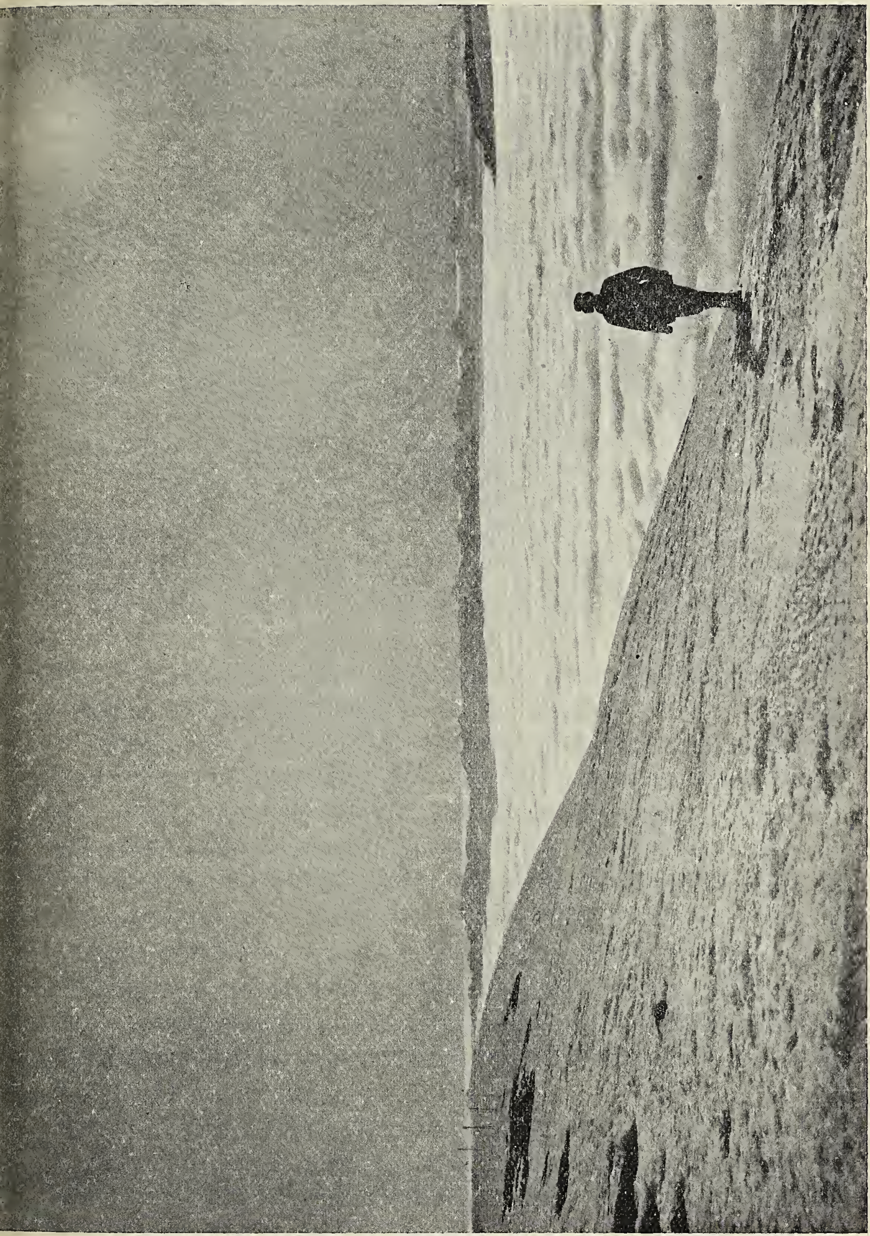


Fig. 1. Skodde over bræen. Fra Diademet. Øst for Kings Bay.

Nedbøren er høist variabel, men meget mindre end man skulde tro. I Green Harbour er den i gjennemsnit for aaret (1912—15) bare 262 mm., mindst i mai og juni, resp. 7.5 og 11.6 mm. I juli har nedbøren været størst i tre av disse aar, men i 1914 registrertes 0 mm. for juli maaned. Ute paa vestkysten er nedbøren visselig meget større, over dobbelt saa meget skulde jeg tro. Herute kan det regne reelt — ellers er det mest bare fin støvregn. Ret som det er kan det begynde at sne midt paa sommeren ogsaa. Om vinteren sner det ganske meget, men inde i dalene blaaser sneen straks sammen i haarde skavler, og den nakne jord ligger frem i dagen. Midt paa vinteren kan det hænde at der staar sandstormer ut gjennem dalene — et ganske merkelig fænomen i et arktisk land. Der findes ogsaa sandslitte stener som man ellers bare ser i ørkner. Sneen fyker ogsaa for størstedelen ned av plataaene og ned i enkelte groper og botner.

At bakken paa denne maate blir liggende bar over store strækninger virker til at forøke tykkelsen av tælen. Under sne fryser jo ikke bakken, men naar sneen fyker bort, blir det en anden sak.

Middeltemperaturen i Green Harbour er ca. — 9°. Da temperaturen stiger ca. 3° pr. 100 meter nedover i jorden, skulde vi træffe nul i omtrent 300 meters dyp. Dette har ogsaa vist sig i en kulgrube; 312 meter under overflaten fik de der + ½°. Tælen er altsaa 300 meter tyk. Under fjordene og bræene er der sandsynligvis ingen tæle, under fjordene, fordi vandet ikke har lavere temperatur end ca. 0.5°, under de større bræer, fordi bræelvene som strømmer frem om vinteren ogsaa, viser at det tiner paa undersiden av isen.

Inde paa bræene kan solen varme godt om sommeren, men lufttemperaturen blir ikke mere end 2—4 grader. I solskin er luften meget tør paa indlandsisen, og vaate plag tørker i en fart.

Baade paa bræene og ute ved kysten er der ofte de merkeligste luftspeilinger naar veiret er stille. Der kan da danne sig tydelige lag av forskjellig luft, og grænsen mellem to luftlag av forskjellig temperatur virker under visse forhold som et speil. Smaa konvektionsstrømmer over opvarmede fjeldmarker forstyrrer ogsaa lysstraalernes gang, og det blir

da vanskelig at se tydelig i landmaalerkikkertene; varderne ser ut som bevægelige snyltedyr av en eller anden sort.

Luftens absolute fugtighet er meget liten, omend den relative kan bli stor. Ved tilbakekomtsen til Tromsø synes man det er helt vanskelig at puste i den fugtige tykke luft.

H a v e t r u n d t S p i t s b e r g e n. Det spørsmaal som interesserer ishavsfarerne mest, er det: Hvordan ligger isen? Det kan være høist forskjellig i de enkelte aar, men der er allikevel visse karakteristiske træk som kommer igjen hvert aar. I øst og nord for øgruppen ligger polarisen, men opover langs vestkysten er der en stor bugt i isen, med vandtemperaturer over 0°; saa sent som i slutten av november maalte kaptein O t t o 4° varme i overflaten 10 mil vest av Sydkap (1872). Det hænder av og til at havet er aapent oppe ved Kings Bay midt paa svarte vinteren. Den tyske publicist L e r n e r reiste med en kutter rundt nordsiden av Spitsbergen helt bort til Sjuøyene saa tidlig som i april maaned 1913. Men rigtignok mistet han kutteren snart efter, idet den blev knust av isen. Om sommeren kan man i almindelighet gjøre regning paa at komme ind til den nordlige del av vestkysten uten at hindres av is. Nordkysten er mere resikabel at befare, og østkysten er sjelden tilgjængelig længere tid av gangen.

Det aapne vand i vest skyldes Golfstrømmen som sætter op her; paa Spitsbergens kyster kan man av og til finde de store nyreformede frø av en vestindisk erteplante, *Entada gigalobium*, som er drevet med strømmen.

Det er vel det mest slaaende bevis for at vandet kommer fra tropiske strøk.

Barents-havet er temmelig grundt, og falder av med en brat kant mot de store dyp i Norskehavet. Eggen gaar fra Norges kyst og vestenom Bjørnøya, herfra gaar en banke med bare 200 meter vand over til Spitsbergen og strækker sig som en platform rundt øgruppen.

Golfstrømmen følger for en væsentlig del denne egg, men en gren av strømmen gaar ind i Barentshavet og bort til Novaia Zemlia.

Norskehavets store dyp fortsætter helt op mot Spitsbergen. Under 6—700 meters dyp træffer man her alle steder et paafaldende homogent vand, med saltholdighet paa 34.90 ‰,

helt til bunds. Temperaturen er ikke fuldt saa ensartet, men er gjennemgaaende ca. 1°.

Golfstrømvandet som er varmere og saltere ligger over dette kolde bundvand langs eggen utenfor Spitsbergens vestkyst. Saltholdigheten er 35 ‰ og temperaturen optil 4—5° paa det varmeste. Men dette varme vand kommer sjelden helt ind til kysten — over bankerne ligger koldere men ferskere vand, saltholdighet ca. 33 ‰ og temperatur endog under 0°. Dette vand kommer rundt Sydkap, og er av samme slag som overflate-lagene i det store polarbassin.

Langs Spitsbergens vestkyst er de forskjellige slags vand ordnet slik, at de letteste lag ligger øverst og inderst; grænseflaterne helder paa skraa mot land, mens selve overflaten ligger nogen cm. høiere inde under land end ute over dyphavet. Dette kommer av jordrotationens »avbøiende kraft«, som vil drive alle ting som bevæger sig, mot høire paa den nordlige halvkule, mot venstre paa den sydlige.

Strømmen vil derfor smyge sig saa nær land som mulig, men derved samler det lettere overflatevand sig indunder land. Men nu vil naturligvis vandet ha en tendens til at utbrede sig i horisontale lag, saa det lette ligger øverst allesteds. Paa den ene side vil kystvandet drive utover til venstre, paa den anden side vil jordrotationen drive det til høire; disse to tendenser maa holde hinanden i likevegt. Ut fra dette ræsonnement kan man beregne strømmens styrke av fordelingen av den specifike vegt i vandet. Mohn forsøkte en slik beregning, men paa den tid var dypvandsobservationene endnu saa mangelfulde at det ikke gav videre brukbare resultater. Nansen har beregnet strømmen ved nordvesthjørnet av Spitsbergen, og samtidig maalt den; beregningene og maalingene stemmer ganske bra overens.

Nordenfor Spitsbergen kommer en polarstrøm fra øst; de sidste utløpere av Golfstrømmen bøier av mot nord og vest og gaar op i Polarstrømmen. Det er en del av begyndelsen til den Østgrønlandske strøm.

Variationer. Det beror paa det gjensidige forhold mellem disse strømmer, om havet skal være aapent eller ei. Undertiden kan Sydkapstrømmen næsten ikke merkes, der kommer da lite drivis paa vestkysten. I 1918 f. eks. gik det

violblaa golfstrømvand kloss opunder kysten syd for Bellsund, og der var ikke anden is at se end nogen beter kalvis fra Hornsund. I 1917 var der en hel del drivis, og vandet var graagrønt i et bredt belte langs land.

Drivisen ræker nordover langs kysten og fylder op fjordene, først Hornsund, saa Bellsund, saa Isfjorden. Den holder

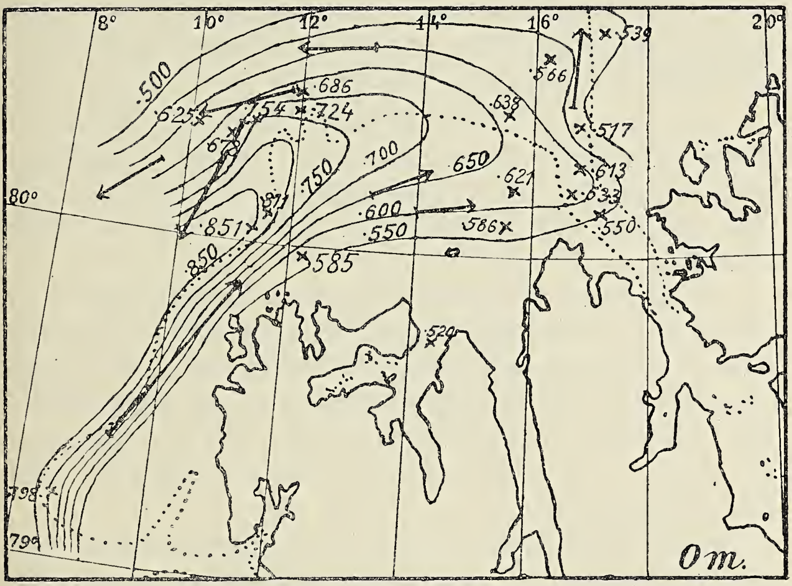


Fig. 2. Vandets gjennemsnitlige tæthet i de øverste 200 meter. Tallene læses slik: 750 betyr 1 027 750. Kurvene angir foruten tætheten ogsaa overflatens høide, ekvidistans 1 cm., og desuten strømmens retning. Pilenes længde i mm. gir hastigheten i cm./sek. (Efter Nansen).

sig helst til høire. I rigtig daarlige isaar, som i 1915, kan vestkysten være spærret av is i ukevis, midt paa sommeren. Dette aar drog isen helt op forbi nordkysten, mens den ellers sjelden gaar nordenfor sydspidsen av Forlandet. Skøiten »Onsø« kom fast i isen utenfor Green Harbour den 22de august. De som var ombord kom sig iland paa Forlandet, men fartøiet blev fundet i Red Bay den 31de august, det blev løst ut av isen og bragt til Hammerfest. Farten av strømmen var henimot 1 knop.

Paa Nordlandet er der ogsaa meget variable isforhold. Undertiden kan man seile bortover til Sjuøyene eller endog helt rundt om Nordostlandet, undertiden stopper isen allerede ved de første odder, saa man ikke kan komme ind i Wood Bay f. eks. hele sommeren.

Den store polarstrøm som videre gaar sydover langs Grønlands østkyst, passerer vestover forbi Spitsbergens nordkyst; denne strøm kjæmper med de sidste utløpere av Golfstrømmen, og alt eftersom den ene eller den anden strøm vinder overhaand, blir der meget eller litet is.

Der har været observert aapent vand med østgaaende strøm ved Sjuøene; under visse forhold kan altsaa aabenbart Golfstrømmen gaa helt dit bort, mens den ellers svinger nordover allerede ved mundingen av Hinlopen Strædet, eller vestenfor.

En nærmere undersøkelse viser, at vindforholdene maa ansees som den vigtigste aarsak til disse store variationer. Har der blaast østenvind længe, saa drives isen rundt Sydkap og ræker saa nordover langs vestkysten; er der meget søndenvind, saa pakkes Storfjorden fuld, mens vest- og nordkysten blir aapne. Nordenvind sætter isen ind mot nordkysten, men feier fri Storfjorden.

Et andet spørsmaal er det, om vi kan opstille nogen regel for vindfordelingen de enkelte aar. Man har jo i længere tid forsøkt at finde visse perioder for veir og vind, og efter Nansen og Helland-Hansens sidste arbeide synes det som om man er kommet betydelig nærmere løsningen av disse interessante og vigtige spørsmaal.

Isen. Fjordene fryser hver vinter og gaar op igjen ved Sankt Hans-tider. Isen blir ca. 1 m. tyk i løpet av vinteren. Flakene i drivisen ved Sydkap er for det meste ca. 2.75 m. tykke. Man kan noksaa let maale det, for gjennemsnitlig ligger $^{1}/_{8}$ av tykkelsen over vandskorpen.

Disse forholdsvis tynde flak er bare et par aar gamle, og er rester av is som er frosset i havet østenfor. Men ofte kommer der isflak som er 1 m. høie over vandet — de er da 8 m. tykke.

Drivisen ved nordkysten bestaar bare av slik grov »polarbaks«.

Disse store bakser har ligget mange aar i Polarhavet. Den øverste del av slike gamle iser er ganske fersk; saltet render ut av dem om sommeren. Ofte er isflakene skrudd op i koss, som kan se underlige ut. Men rarest er kalvisen naar den ræker ut av fjordene om vaaren. Bræene kalver om vinteren ogsaa, men klumpene blir liggende i fjordisen og stables op i hauger som fryser sammen. Naar fjordisen gaar op, saa slipper de fri. Der kan da komme drivende de underligste skapninger, ofte ligner de kameler eller svaner. Slike skal man helst holde sig unda — de kan let kapseise, og da sætter de en aldeles uberegnelig sjø.

Det er interessant at se isen i høi dønning — helst naar man selv ligger trygt. Smaa-isene danser op og ned med bølgerne, men de store isberg rugger næsten ikke paa sig. Der er nogen middels store iser som slænger ganske voldsomt.

Hvis et isflak faar en dult, saa vil det rugge litt op og ned, med en bestemt svingetid som avhænger av dimensionene. Hvis det nu falder sig slik, at denne naturlige svingetid falder sammen med bølgeperioden, da blir der resonans, og utslagene blir voldsomme. Flakene løfter sig høit op og slaar vandet under sig saa spruten staar.

Store høie iser gaar ogsaa dypt, og kan ha størstedelen av tversnittet i vandlag, som bevæger sig anderledes end overflatelagene. Derfor seiler ofte de store koss midt mot strøm og vind, og pløier tilside smaaisene.

Om sommeren tiner isflakene mest i vandskorpen; der blir en hulkile like i vandskorpen, og et utoverhængende tak ovenfor, men en bred isfot nede i vandet. Blir takene for brede, saa ramler de ned, flaket skvalper op og ned og sætter sjø. Idethele maa man passe sig naar man skal ro i drivisen. Slemmest er skruingene — isflakene presses sammen med en uimotstaaelig kraft. Det er helst naar tidevandet tørner.

Store isberg gaar ofte paa grund, og staar da paa samme flekken til floen tar dem av igjen. Ukyndige folk kan ofte forveksle dem med øer eller skjær, — tilmed er de ofte svarte av grus og sten.

T i d e v a n d s s t r ø m m e r. Der er temmelig stor forskjel paa høi- og lavvand paa Spitsbergens kyster; inde i

Advent Bay er tidevandsforskjellen maalt til 1.6 m., men ute paa vestkysten synes den at være større, henimot 2 meter. For en ekspedition i robaater betyr dette et ekstra slit: baatene maa trækkes op saa de staar »flofrit«, kanske 20 meter opover en skraa sandfjære.

Langs hele kysten gaar tidevandsstrømmene ganske stride; de gaar nordover med stigende vand. Naar strømmen er paa det sterkeste nytter det ikke at ro mot den. Forbi enkelte odder og i visse sund er den værst — saasom i Forlandssundet og ved Sydkap. I Hinlopen Strædet gaar strømmen frem og tilbake saa sterk, at det holder sig oppe hele vinteren. Værst er det imidlertid i indløpet til Lowe Sund (Van Mijen Bay) i Bellsund, som er næsten stængt av Axeløya. Strømmen gaar her som en elv, saa det er umulig at ro mot den, og ilde nok med. Er det tillike drivis, saa er det rent galt.

Disse sterke kyststrømmer virker kraftig til at utforme kysten i detaljer. Materiale transporteres bort fra et sted, og lægges op andre steder, hvor der er bakevjer med stille vand. Der bygges da op smale odder, tanger og lagunevolder; disse skal senere bli omtalt.

D r i v v e d. Strømmen fører med sig meget ved, baade svære tømmertræer og mindre fliser. Der er træer som har vokset ved de nordrussiske elver Petsjora, Mesen og Dvina, og som er gaat ut med isgangen. Undertiden findes store firkanthugne bjelker, de kommer vel fra Arkangel. Høststormene slænger stokkene op paa land, og der ligger de og torker. Vældige masser av drivved findes i Wood Bay, i Wijde Bay og i Lomme Bay. Men der pleier altid at være ved nok allesteder ved den ytre kyst. Inde i fjordene, især paa nordsiden av dem, er det meget mindre. Smeltevandet fra bræene holder sig paa nordsiden av fjordene, paa grund av jordrotationen; dette kan man se ved at undersøke vandets klarhet. Strømmen med rækveden kommer da ikke ind til land paa denne side. Paa sydsiden av fjordene er der mere, men her er den for størstedelen brændt op i løpet av de 300 aar folk har færdedes der.

Paa sine steder er fjæren opfyldt av hvalknoker, uhyre ribben og underkjæver. Paa sydsiden av Sydkapøya er der store mængder, og de ligger langt indover land. N o r d e n-

skiöld ansaa det bevist at landet maatte ha steget siden hvalfangertiden, ca. 1650. De svære hvaler blev aldrig halt op paa land, men flenset i fjæren. Men det kan nok hænde at stormen kan ha slængt knokene indover land ogsaa.

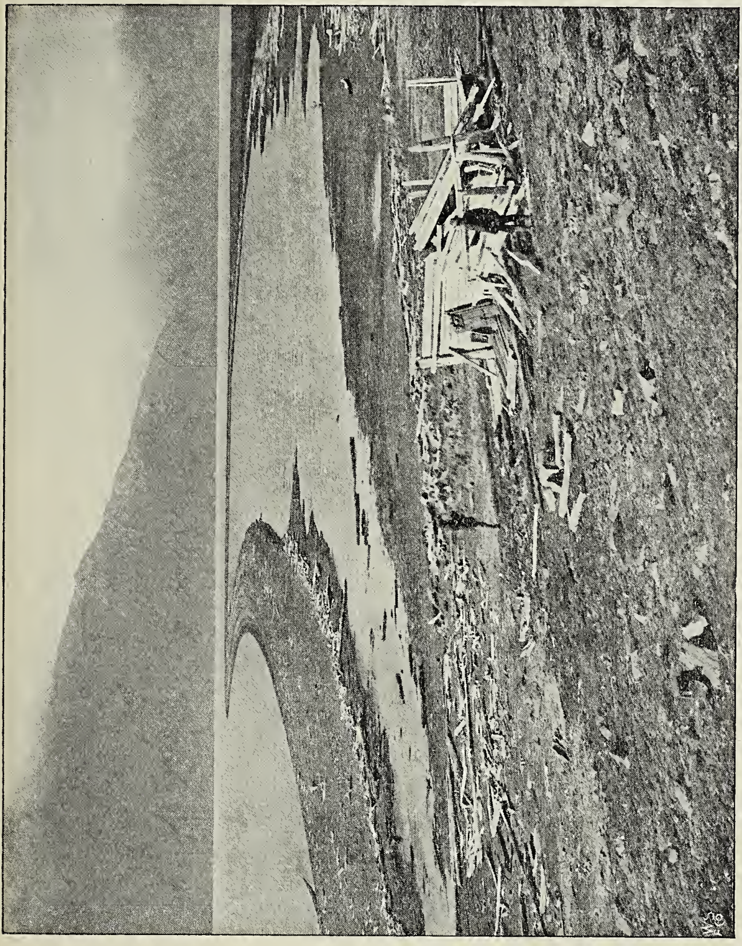


Fig. 3. Lagune med rækved. Pt. Wigdehl, Wood Bay. (Isachsen).

Landets bygning og form. Ser man paa et kart over Spitsbergen, er det paafaldende hvor landets vest- og nordkyst er oprevet og fillet i forhold til østkysten. Der gaar svære grenede fjorder ind, som næsten deler landet tvers av. Men den ytre vestkyst gaar allikevel nogenlunde jevnt i retning NNW—SSE; dette stemmer omtrent med strøket i de lag-

delte bergarter som bygger op kystlandet. Havbunden synes at være sunket ind parallelt med den gamle fjeldkjede som danner en slags fortsættelse av den norske.

Langs vestkysten, fra nord til syd, findes Hecla-Hoek-formationen; det er tildels løse sorte skifre, som danner lave slakke fjeld, men for største delen er det massive kalkstener og dolomiter, som staar op i bratte nakne berg, med fantastisk vilde former. Den høieste og bratteste av dem alle, Hornsundtinden, er et slikt kalkfjeld. Ved Dunder Bay er der endel forrevne fjeld paa østsiden, det er en lang mur av fjeld av kalk-konglomerat som gaar over fra Hornsund og som fylder op hele halvøen mellem Dunder Bay og Recherche Bay. De er fæle og bratte og ganske gule. Fjeldene paa Prince Charles' Foreland bestaar av Hecla-Hoekens kalksten og kvartsit — det er en storartet række av elegante tinder.

I Hecla-Hoeken er der trængt ind eruptiver i nordvest og nordost, væsentlig granit. De massive bergarter danner mere regulære tinder, de ligner mere paa tinderne i Jotunheimen, saater som er uthulet av botner paa siderne.

Hecla-Hoek-formationen er av silurisk alder.

Indenfor kystfjeldene kommer en mægtig række av forskjellige lagdelte bergarter, som tilhører en hel serie av formationer, fra devon og til tertiær. Lagene hælder sterkt mot øst til at begynde med, men længere ind i landet lægger de sig flatt; saa hæver de sig igjen længer mot øst, og det saakaldte »grundfjeld« kommer op igjen inde i bunden av Isfjorden.

De lagdelte bergarter veksler meget i fysisk beskaffenhet — nogen er løse lerskifre, men saa er der ogsaa bænker av sandsten og kalksten. Disse fastere lag danner bratte avsatser i fjeldsiderne. En lignende rollė, bare endnu mere utpræget, spiller de horisontale bænker av diabas, som er trængt ind mellem lagene, f. eks. ved Kap Thordsen. Paa grund av denne veksel av løse og haarde bergarter faar fjeldene et trappetrinformet profil — de løse skifre er dækket av skraa urer, de haarde lag danner enten kontinuerlige murer rundt fjeldet, eller ialfald en række bastioner i samme høide bortover, som man kan se paa billedene fra Store Norske's gruber i Advent Bay.

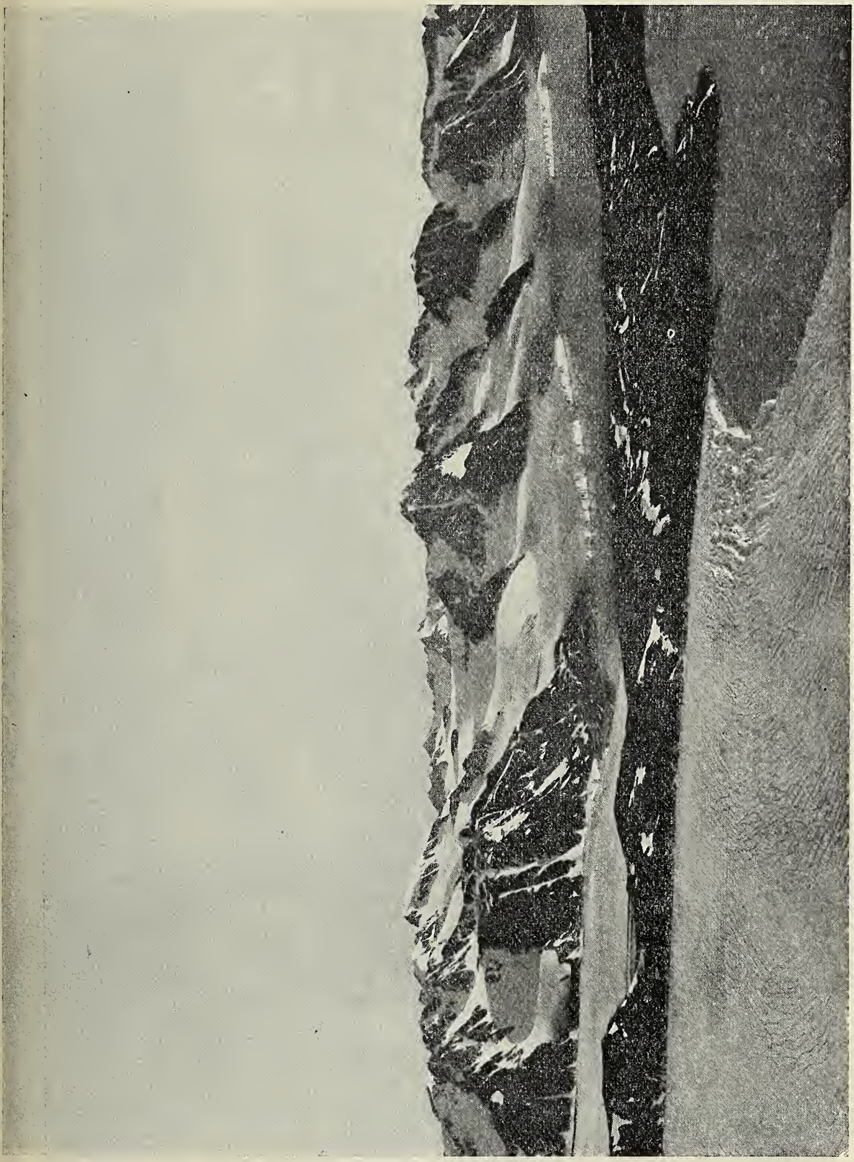


Fig. 4. Utsigt over granitfjeldene i vest for Ben Nevis, Red Bay, med skarpe nunatakker.

Fig. 5. Fra Cairn Bruce, Red Bay.

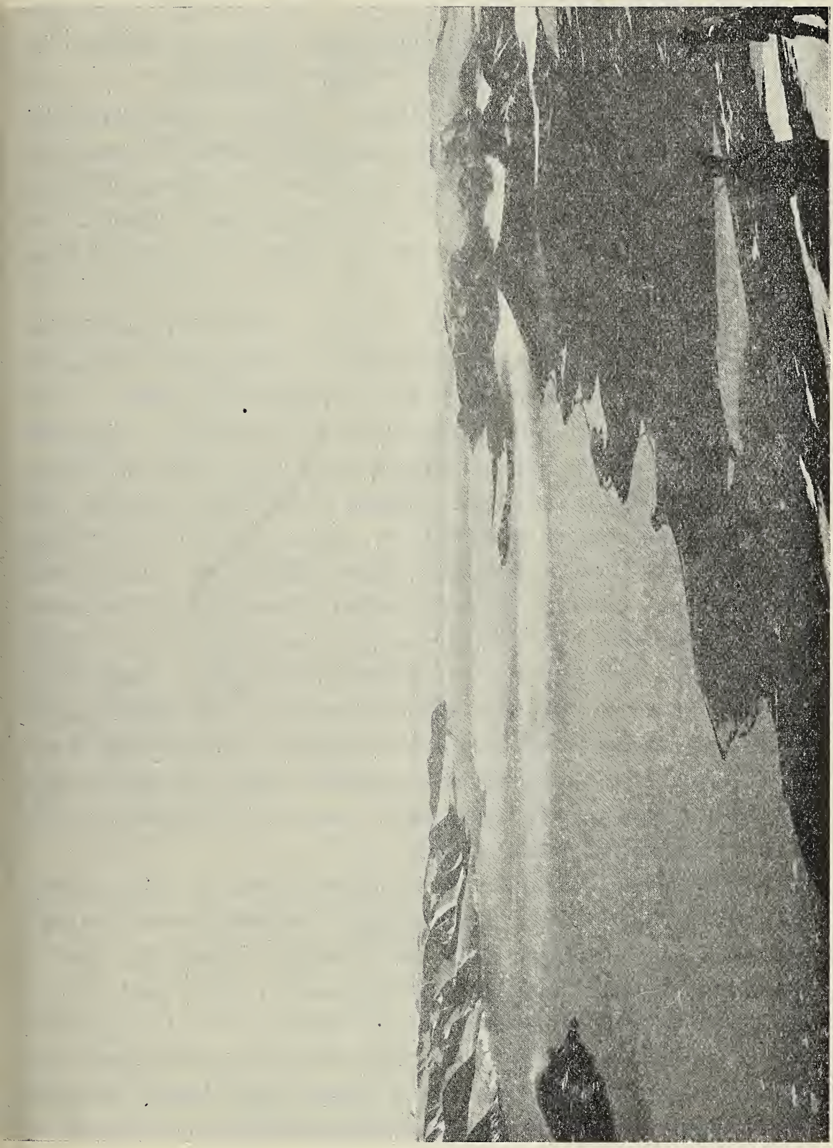


Fig. 6. Utsigt over Red Bay fra Ben Nevis. Fjeld med jevn overflate.

I vest skraaner hele stasen østover, og fjeldene blir lange kammer i retning N—S, stupbratte mot vest, slakere mot øst. Samme form har ogsaa Keilhaus Fjeld paa Sydkaplandet. Inde i landet er fjeldene plataaformede. Den geologiske bygning og nedisningens karakter betinger façonen.

Spor av ældre landoverflate. I de nordligste strøk er fjeldene jevne ovenpaa, og landet ligner litt paa Statlandet eller endog Nordkap, som f. eks. pynten Hakluyts Headland. Det er rester av en gammel jevnere overflate, et slags »peneplain«, som amerikanerne siger. Bergarten i disse fjeld er gamle graniter.

Mest utpræget er plataaet mellem Wood Bay og Wijde Bay, hvor der er en høislette omtrent 1000 meter over havet. Bergarten er devonisk sandsten i skraatstillede lag.

Længst mot syd træffer vi rester av en lignende overflate paa Hecla-Hoek-kalken; her synes den at danne basis for trias-formationen. Nogen steder ligger triasen som en hat paa toppen av fjeldene, andre steder er der bare igjen en liten rest, og paa fjeldet Tchebycheff er den helt borte, men der er et jevnt plataa paa toppen, 900 meter høit. Muligens er plataaene paa nordkysten av samme alder, men de kan godt være meget yngre ogsaa. Vestkystens fjeld mellem Torells Bræ og Dunder Bay viser ogsaa rester efter jevnere overflate, hvor denne ikke er ødelagt ved botndannelser eller strandsletteutskjæring. Man kan sikkert gaa ut fra at fjeldene idethele hadde roligere former før frost og is fik skaaret dem slik isund.

Frostsprængning. Hvilke kræfter er det som især virker til at utforme jordoverflaten? Erosion ved rindende vand spiller en meget liten rolle nu for tiden; men det er høist sandsynlig, at de uhyre, forgrenede fjorder paa vest- og nordkysten engang — i en mildere periode — er anlagt som almindelige elvedaler. Men det er frost og is som har skapt den overflate vi ser nu. Frosten sprænger berget istykker og danner urer og røiser, som begraver alt hvor det ikke er for brat, eller hvor ikke materialet blir ført bort av bræer eller brændingen. Ofte ligger urene helt til tops opover fjeldene. Skiferurene er gjerne smaastenede som singel — man kommer da fort nedover dem men kun smaat opover. Fæle

urer danner kalkkonglomeratene i Hecla-Hoeken, og nogen grove sandstener i underkarbon og neocom. Blokkene kan være store som hus.

Fuglene har ogsaa geologiske erfaringer; de bygger sine reder paa hylder, som ikke er utsat for stensprang, eller i røiser som ligger stille. Fuglebergene er derfor anlagt paa de fastere bergarter, kvartsit, sandsten, granit og gabbro. Kalksten sprænges let av frosten og raser ofte ned, saa hverken dyr eller planter kan fæste bo paa den. Kalkbergene er ofte fuldstændig nakne fra fot til top, mens andre fjeld, hvor fuglene kan sitte trygt, er grønne flere hundrede meter opover. Vestkystens fjeld er idethele tat bare grønne under fuglebergene; det er mest mose, men ogsaa en hel del blomster, tildels meget pene. Hvis ikke fuglene sørget for gjødning, vilde nok vegetationen være fattigere.

Urene kan teoretisk ikke staa i brattere vinkel end 45°. Men allerede ved 35° blir de leie, og over 40 graders skraaninger er farlige at passere. Oventil ender de gjerne i en slags strupe, hvor der stadig gaar stensprang. Hvor en fastere bænk danner en avsats bortover i samme høide, er der som oftest en række slike ur-struper mellem fremspringende bastionlignende hammere, og vil man op, saa maa man følge disse uhyggelige og utrygge render.

B r æ e r. Urer og røiser virker beskyttende paa underlaget, saa frostsprængningen forsinkes eller stopper op. Føres imidlertid materialet bort, saa blotlægges stadig berget paany, og frosten kan virke hele tiden paa friske bergflater. Paa denne maate virker bræene; de fragter med sig materialet eftersom det ramler ned, og forhindrer urdannelse. Frosten virker mest nede ved brækanten og undergraver berget som blir frygtelig brat. Eftersom denne proces virker, saa viker fjeldsiderne tilbake, og brædalen blir bredere og bredere. De store fjorder med sine bratte sider er aabenbart for en stor del utformet paa denne maate — likesom fjordene i Finmarken.

Landet er nok »druknet« ned endel, men sjøen gaar ind i gamle brædaler. Isfjorden f. eks. er ogsaa dypest indenfor mundingen et stykke, som en fjord rettelig skal være.

Bræene flyter over skar og isolerer enkelte fjeldpartier. Disse nunatakker som de kaldes med et eskimoisk ord, er bratte og nakne og vanskelige at bestige.

En enkelt fonn i en grop i fjeldsiden kan ogsaa hjælpe til at transportere væk nedraste sten og forhindrer saaledes urdannelse. Frosten sprænger isund berget, materialet føres nedover den lille bræ, og saaledes ætes der ut en grop med bratte vægger i fjeldsiden, en botn. Vestkystens fjeld er fulde av botner, længer inde i landet er de ikke fremtrædende, der har de store bræer spillet hovedrollen.

I det indre land rækker snefonnene opover bergsiderne, snemarkene dækker tilslut alt med et bølgeformet teppe, hvor bare enkelte stupbratte berg er snefri. Dette slags brædække har været opført som en egen Spitsbergentype (Otto Nordenskjöld).

Virkelige indlandsiser av type som Grønland findes paa Nordostlandet; med undtagelse av kystlandet i nord og vest er hele denne ø dækket av en konveks snemark. Den nordøstligste del av Vestspitsbergen, Ny Friesland, ser omtrent likedan ut. Men ellers eksisterer ikke den sammenhængende indlandsis, som man før trodde var utbredt over hele Spitsbergen, naar man bare kom bak kystfjeldene.

I vest hvor lagene staar brat og stryker NNW—SSE, er snemarkene avdelt i lange striper adskilt av nunatakkjeder. Man kan passere paa sammenhængende bræ fra Kings Bay over til Isfjorden, paa den saakaldte Kings Highway (med Sefströms bræ), 60 km. lang og omkring 5 km. bred, med en række av fjeld paa over tusen meters høide paa hver side — unegtelig en fin gate.

S n e g r æ n s e n. At bestemme nogen snegrænse er ikke saa let; den kan sættes til 2 a 300 meter paa bræene — paa fjeldene er det ikke mulig at angi den. Paa flate plataafjeld ligger der sneskavler langs kantene paa luv side, ellers er de blaast bare. I groper og daler ligger sneen helt ned i fjæren; under strandbrinken fyker sneen sammen i fonner som undertiden blir liggende hele sommeren. Mellem Wood Bay og Wijde Bay er der høitliggende plataaer paa ca. 1000 meter, som er snebare; skiferfjeldene rundt Isfjorden er ogsaa relativt snefri. Man har spekulert paa om dette forhold skulde skyldes egenskaper ved selve bergarten, større absorptionsevne eller lignende. Noget har det utvilsomt at si, at disse bergarter danner smaastenede roiser, hvor sneen ikke faar

fæste. Men hovedsaken er at vinden feier plataaene rene, undtagen like langs kammen paa luv side, hvor der danner sig en hvirvel og en smal brem med stille luft, netop langs stupet. Er plataaet skraat, saa ligger fonnen oppe paa høieste kant — et ubehagelig faktum for topografene, som helst vil bygge varder paa de høieste punkter.

Isachsen har lavet et kart over de snedækte og frie partier i landet mellem Cross Bay og Danskoen; det snefri land er bare $1/3$ av det hele. Dette forhold gjælder kanske nogenlunde for hele Vestspitsbergen. Der er mindre sne og bræer rundt Isfjorden f. eks., men saa er der saa meget mere mot øst og syd. Idethele ser det ut til at snetyngden kommer med østlig vind. I nordøst har vi Nordostlandet, hvor der gaar bræer ut i havet langs hele øst- og sydkysten. I nord og vest er der nakne forland. Paa Edges Ø er der uhyre bræer mot sydøst, med snefri plataaer paa vestsiden. Paa Vestspitsbergen er der sammenhængende brædække over den nordøstre halvø, og nord for Storfjorden. Likesaa er der svære bræer mot syd langs vestsiden av Storfjorden; her gaar bræene ut i havet paa lange strækninger.

Paa ytterkysten av Vestspitsbergen gaar der bræer ut i havet endel steder; mellem Sydkap og Hornsund er der en stor navnløs bræ, som gaar i en fremspringende bue med lodret front ut i sjøen. Nord for Hornsund gaar Torells Bræ ut i havet paa en strækning av vel en norsk mil. Saa er der ikke bræer med front i havet for oppe i Forlandssundet, hvor der er en flat rar bræ paa vestsiden, og et par paa østsiden. Mellem Cross Bay og Magdalena Bay ligger der en række bræer, De sju Isfjell, som alle gaar ut i havet, undtagen nr. 3 fra syd. Den er skilt fra havet ved en lagune og en sandør.

Inde i fjordene gaar der bræer ned i mængdevis; naar undtages nogen armer av Isfjorden, saa ender hver fjord mot en bræfront inde i bunden. Disse fronter er 20—40 meter høie og stupbratte; der raser stadig ned isklumper, med bulder og brak. Værst er det ved faldende vand. Den fjord som leverer mest kalvis er vel Hornsund; der gaar ut 7 bræer i sjøen, og nogen av disse har svære tilløp inde fra land. En anden svær bræ er Lilliehöökbræen i Cross Bay; den er blit undersøkt av Hoel.

Bræfronten er 3 km. lang, og optil 47 meter høi; inde ved bræen er fjorden ca. 200 meter dyp. Hastigheten er størst midt ute paa bræen, omkring 300 meter aarlig. Bræene i Alperne gaar ikke paa langt nær saa fort, men paa Grønland gaar de optil 10 km. om aaret.

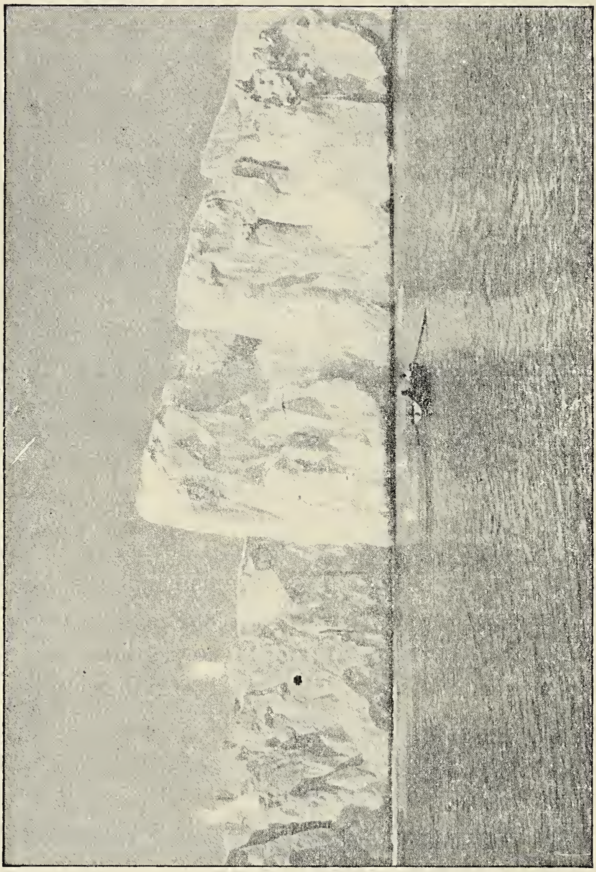


Fig. 7. Lilliehöök-Bræens front. (M. Bouré, fot.).

De store flate bræer som spreder sig ut over kystsletterne, som Torells Bræ, bevæger sig meget lite. De hører til den saakaldte Malaspinatype, en hel del mindre tilløp forener sig til en stor kake. Den sydligste del av Torells Bræ gaar raskere, fordi den har tilløp langt indenfra land, og følgelig mere is at transportere.

B r æ e n e s o v e r f l a t e. Bræene er igrunden lette at passere. Det var meget besværligere at kartlægge den

temmelig bræfrie halvø mellem Isfjorden og Bellsund, end de snedækte strøk nordenfor og søndenfor; proviant og utrustning maatte bæres paa ryggen, mens man jo kan dra sakerne paa kjælker paa bræene. Oppe i snemarkene er føret bedst, og terrænet jevnest. Der kan nok være endel sprækker, som er saa meget farligere, naar de er overføket av sne; enkelte er saa brede at store hus kunde kastes ned i dem. Undertiden er der langagtige groper i sneen over sprækkene, saa man kan ane hvor de gaar. De dannes helst hvor to grener av en bræ divergerer fra samme snemark. Der blir da strækspændinger som isen ikke taaler. Nogen steder passerer bræene over trin, der blir da isfald og kaos av sprækker. Des fortere isen gaar, des værre er det med sprækker. Bræen øst for Hornsundtinden viste sig f. eks. praktisk talt impassabel i 1919. Nede paa isbræene kan man jo se sprækkene og ta sig ivare for dem. Men smeltevandet kan ofte være generende. Ved den temporære snegrænse kan man vasse kilometervis i snesørpe, slite og hale paa kjælkerne som gaar igjennem. Nedenfor snegrænsen plages man av andre ting: bækker og elver som har skaaret sig meterdype kanaler i isen, med glatte og krumme vægger. De ender helst i en spræk eller avgrund; falder man nedi en slik iselv saa kan man si »farvel verden«. Langs siderne av bræene træffer man ofte paa bræsjøer; undertiden er hele daler dæmmet op av isbræer, og der dannes da store sjøer; en slik findes syd for den inderste gren av Wijde Bay. Syd for Hornsund er der flere slike bræsjøer. De tømmes undertiden ut under bræen, og en slik tom sjø ser høist eiendommelig ut, med strandede isfjeld høit paa land.

I s k a k e r. Selv midt paa vinteren kommer der frem vand under bræene. Hvis bræen ender i en bred flat dal, saa rinder vandet et kort stykke utover sletten, og fryser saa til is, som lægger sig som en bred kake foran bræfronten. Slike iskaker blir ofte saa svære, at de ligger hele sommeren over, f. eks. i dalen indenfor Goes Havn i Hornsund. Det kan let hænde at en flat iskake blir begravet av grus og jord fra bræelven, og der blir da liggende lag av ren is i jorden.

J o r d b u n d s i s. Flere steder paa Spitsbergen er der fundet lag av is nede i jorden. I Coles Bay dalen fandt dr. G u n n a r H o l m s e n flere steder is i en dybde av ca. ½

meter; isen var nogen steder mindst 15 meter tyk. Jordbundsisen synes helst i bækkeskjæringer; undertiden er den ren, men ofte er den lagdelt, med striper av ler og jord.

Jordbundsisen forekommer væsentlig i de store aapne flate daler inde i fjordene, saasom paa halvøen mellem Isfjorden og Bellsund. Holmsen mener at denne is er nydannet paa stedet, nede i terrasserne; men ialfald nogen steder kan det vistnok være slike iskaker, som ovenfor er nævnt, som er blit begravet av grus og sand. Denne forklaring har Hoel fremsat.

Moræner. Den nedramlede sten som bræene tar med sig blir liggende som moræner. Morænerne hæver sig ofte temmelig høit over isens overflate, som hauger eller lange rygger; men undersøker man dem nærmere, saa viser det sig at haugene bestaar av is, med et tyndt lag av sten og grus og jord utenpaa. Dette lag beskytter isen saa den ikke tiner saa fort. En enkelt liten sten kan forresten smelte sig ned, saa den blir liggende i et hul i isen, men større stener beskytter underlaget. Det kommer an paa tykkelsen om en sten rækker at bli gjennemvarmet.

Har bræen flere tilløp, blir der midtmoræner, som svinger sig i lange fine kurver, kilometervis opover tungerne. Stenen blir avlastet i underenden av bræene, som ofte er ganske begravet av materiale. Inde i Hornsund er der en liten bræ under fjeldet Tschebycheff, som er i den grad begravet av sten, at den mere ligner en ur end en bræ. De bræer som ender i sjøen har jo ikke synlige endemoræner, men ellers pleier de at være fremtrædende nok. En stor moræne er noget av det hæsligste og mindst fremkommelige ulænde man kan tænke sig — smaa bratte hauger og trange daler, kantede blokker og hele røiser i labil likevegt, og rivende elver, som snart gaar oppaa isen, snart under den. Ret som det er træffer man paa et svart dypt hul, og nede i det ukjendte mørke hører en bulder og brus.

Morænerne viser at nogen av bræene i ganske sen tid har været adskillig større end nu — dette sees pent i Recherche Bay, hvor der er svære sidemoræner som er meget høiere end bræens overflate indenfor, kanske 50 meter. Langs den østre

bræ her er der en bred lys stripe i berget — lav og mose har ikke faat tid til at dække grunden med sin mørkere tone, siden isen var saameget tykkere.

Man har underretninger om store fremstøt av bræene; efter Nordenskiöld gjorde Frithjofs Bræ et vældig fremstøt vinteren 1860—61, og fyldte ut en bugt hvor der før var havn. Lignende beretninger har jeg hørt om den nordøstligste bugt i Hornsund, men her er det mere tvilsomt.

I moræneme foran bræene findes ofte skjæl: isen har gaat ut over marine terrasser og rotet og pløiet dem op.

Ute ved kysten, under bratte berg, er der morænelignende dannelser. Bratte røiser av store blokker springer halvmaaneformet frem paa kystsletten, og er flate oppaa eller lavere i midten. Her har engang ligget snefonner under bergvæggen, og løssprængte stenblokker har akt nedover paa sneen og er havnet nederst. Slikt kan man fremdeles se ved bratte fonner. Naar saa sneen tiner bort, blir stenene liggende igjen som en slags fonn-moræne.

Skuringsstriper er sjeldne i dette land, hvor frostsprængningen virker saa kraftig, men man kan nok finde dem i nærheten av bræer som nylig har rykket tilbake. Flytblokker findes her og der, og de viser at praktisk talt hele landet har været brædækket.

E l v e - e r o s i o n. Der findes daler som er gravet ut bare av rindende vand, i løse bergarter, lerskifre etc. De er bratte og trange, ganske »ferske«. Elvene fører rikelig med sand, og kan slipe sterkt nok, naar bare faldet er tilstrækkelig; men som oftest ser vi bare begyndelsen til daldannelse ved rindende vand, trange gjel eller cañons, som er skaaret ned i trin og avsatser i den brede dalbund, som bræene har utformet.

I landet mellem Torells Bræ og Dunder Bay er der en række daler med bræer i fonden. I nogen av dalene er der tjern, men i andre av dem er tjernene tappet ut nedenfra, idet elven har saget sig ned i en trang kløft i kalkberget. Samtidig er tjernene fyldt ut ovenfra av bræ-elvene. Bunden blir en plan slette av grus og leir, men de gamle strandkanter omkring er tydelig nok. Dette er en særdeles klar illustration av alle indsjøers endelige skjæbne.

Elvene paa Spitsbergen kommer fra bræer allesammen, og fører en masse materiale, som de tildels ikke klarer at slæpe med sig tilhavs. Dalene er jo gjennemgaaende blit fordypet av bræer, og faldet er ikke stort nok til at elvene kan føre med sig alt stof; derfor fyldes de flatere dalbunder op, og sidebækkene lægger op svære koniske vifter av sten og grus. Nede i den flate dalbund gaar da elvene i en masse grunde grener, og de ender i svære deltaer. Paa kystsletterne er ikke elveløpene videre bestemte i det hele — de flyter i alskens kroker bortover flatlandet, ganske uregelmæssig. Slike vass-lænder er ikke saa slemme at passere som man skulde tro: bunden er ofte temmelig fast, selv om det ser aldrig saa bløtt ut.

Endel elver gaar gjennem indsjøer, og de blir da kvit sin byrde av grus og sand. I det klarere vand kan der da gaa op »laks« (røir) som fanges i garn i elven i Russekjeila f. eks., ute i Isfjorden, og her og der ellers ogsaa. I det fæle gjørmete vand i bræelvene kan ingen fisk leve.

V u l k a n e r o g v a r m e k i l d e r. Ut paa høsten blir det vanskelig at finde vand paa Spitsbergen; bækker og elver bundfryser, og almindelige opkommer findes ikke. Ved grubebyene sørger de for at faa fat i en drivis — helst et stykke kalvis — som de fortøier i fjæren; saa maa de gaa og hugge isbeter og smelte hele vinteren. Mange bræelver gaar forresten hele vinteren, de fryser ikke.

Nogen steder er der ogsaa frostfri opkommer. Langt i nord, i Bock Bay, opdaget Hoel i 1910 endel varme kilder ganske nær stranden. Vandet har en temperatur av 28°. Undergrunden bestaar av kalk, og det varme vand har opløst endel kalksten som har avsat sig rundt kilderne som rare bassiner, kopper og kar; visse alger bidrar til at bygge op disse kunstfærdige bassiner. I det lunkne vand findes endel alger som ellers ikke kan eksistere paa Spitsbergen.

I nærheten ligger endel vulkaner fra recent tid; enkelte lavastrømmer har rendt utover marine terrasser.

Disse opdagelser var ganske uventede.

Baade vulkanene og de varme kilder synes at staa i en eller anden forbindelse med en forkastningslinje som strækker sig fra NNW—SSE over Bock Bay.

I mars 1901 fandt Nisja en dam med aapent vand inde i Tempel Bay, med en temperatur av + 1° midt paa vinteren. Av og til boblet vandet sterkt op likesom i en gryte. Det later til at være en varm kilde dette ogsaa. Den ligger ved samme forkastningslinje som de andre. Men der findes varme kilder ogsaa andetsteds. Dr. Wegener som forsøkte at undsætte den ulykkelige Schröder-Stranz-ekspedition, fandt en varm kilde med en svær dampsøile langt ute paa vestsiden av Wijde Bay, i mars 1913. Der skal likeledes findes en varm kilde i Hornsund, men de nærmere forhold er ikke undersøkt.

Længer syd paa vestkysten fandt jeg en lunken svovlkilde sommeren 1919. Vandet boblet som selters, men gasen var svovlvandstof, som utbredte en avskylig lugt. Teltene laa 700 meter unda, men allikevel var det vanskelig at sove om natten for stanken. Bergarten er kalksten men nogen sinterdannelse var der ikke. Kanske ikke kalkalgerne kan trives i vandet, som er mættet med svovlvandstof. Forresten er vandet temmelig salt, likesom i kilderne i Bock Bay. Vandføringen i disse er temmelig liten, Hoel anslaar den til ca. 100 liter pr. minut, mens den kilde som vi fandt i 1919 fører ca. 9000 liter pr. minut.

Temperaturen i den store kilde var 10°, men i nogen mindre kilder et par km. længer mot NW var vandet 15° varmt. Aarstemperaturen paa stedet er vel omtrent som i Green Harbour, saa differensen blir over 20°.

I enkelte brede isfrie daler er der kilder midt ute paa sletten. Vandet kommer ut oppe paa toppen av hauger av is og søle. Det er ikke saa rart at vandet fryser naar det kommer op i dagen om vintren, men det rare er at det ikke fryser nede i jorden, som jo er frossen i stort dyp. Det maa ha passert saa langt nede i jorden, at det er blit tilstrækkelig opvarmet av jordvarmen. Desuten er vandet litt salt.

Men vanskeligere er det at forstaa hvor vandet kommer fra. Tælen virker jo som et tæt tak, som ingen fugtighet kan trænge igjennem. Man maa imidlertid huske paa at der ikke kan være tæle under de store isbræer, og at vand derfra kan sige ned i jorden. Like i nærheten av de nævnte svovlkilder kom der frem en svær elv, med en vandføring av 10 kub.m. pr. sek., ret ut av en hule i kalkberget; den gik en

halvhundrede meter gjennem en trang kløft og mundet ut i sjøen. Vandet var graablakt og maa komme fra en bræ. Temperaturen var 4°, saa det blir lunket endel underveis. Den nærmeste bræ var imidlertid flere kilometer borte.

K y s t e n. Spitsbergens kyster er gjennemgaaende yderlig urene og litet tilgjængelige langs yttersiden, men inde i fjordene er der ofte dypt vand kloss ind til bergvæggen. Langs vestkysten fra Sydkap og nordover er der en masse baaer, rev og skjær, men faa større øer. De største er Sydkapøya, Dunøyene og Isøyene, ellers er det bare holmer. Kvartsitribber i skifren gaar paa skraa mot NW ut mot kysten, danner lange smale rygger paa land, og fæle rev utover i sjøen. Værst er kanske farvandet ved Sydkap og i Dunder Bay. Inde i fjordene er der mange bra havner, i mindre side-bugter. Almindelige tilflugtssteder i storm er Recherche Bay i Bellsund, Green Harbour og »Sauhavma« (Safe Haven) i Isfjorden. Den eneste gode havn paa den sydlige del av den ytre vestkyst er inde mellem Dunøyene. Paa den nordlige del av vestkysten er Hamburger Bay en udmerket havn.

Den nordre gren av Bellsund, Van Mijen Bay eller Lowe Sound, er næsten stængt av en lang lav ø, Axeløya. Det er nogen særlig haarde lag i overkarbon, som staar op i høie fjeldkammer i landet nordenfor Bellsund, sætter over fjorden som en barriereø, bygger op bratte høie fjeld i Mitterhuken og fortsætter som en ø (Eders Øy) over mundingen av den sydlige fjord, Van Keulen Bay.

S t r a n d s l e t t e n. En strandslette gaar langs hele Spitsbergens kyst, hvor ikke bræene gaar ut i havet. Sletten er bredest hvor der er løse bergarter, smalest hvor der er granit eller gabbro. Den gaar ind i fjordene, men er der oftere avbrutt av flaag. Høiden er ca. 20 meter i inderkant. Der er flere steder utviklet en smalere bænk i ca. 70 meters høide, og denne falder brat av mot den lavere. Særlig tydelig er 70 meters terrassen paa Sydkaplandet. De to terrasser er skaaret ut i fast fjeld, det ser man ikke bare i de bratte kanter, men hist og her indover flaten. Mot sjøen ender den lave terrasse som oftest med en brat kant paa ca. 10 meters høide. Her kan man se hvorledes slike brinker og platformer dannes nu for tiden: frosten sprænger isund berget, der gaar

smaa ras naar bakken tiner op om forsommeren, og brændingen tar ut det nedraste, som saa tidevandsstrømmene kjører videre med. Den berømte »isfot« som paakaldes for at forklare dannelsen av strandlinjer i fast berg, virker mere til beskyttelse end til erosion. Det er en strimmel av havis som ligger paa grund langs stranden, i nivaa med springflo. Oppaa den ligger ofte store snefonner, under brinken. Ved lavvande kan man se indunder isfoten, der er da aldrig spor til indefrosne sten, som har været saa meget omtalt. Det materiale en isfot kan drage med sig, om den skulde kunne række ut, er i tilfælde kommet ovenfra, fra brinken. En anden sak er det at frosten kanske vil virke sterkere inde ved kanten av fonnen, som ligger under brinken.

Skuring av drivende isflak har ogsaa været nævnt som noget, der kunde slipe ut strandlinjer i fast berg. Det er ganske udelukket. Vi kan gaa ut fra at strandbrinken paa Spitsbergen (og de norske strandlinjer i fast berg) er dannet av frost og brænding i forening.

At kystsletten er dannet paa samme vis er ganske klart. Den gaar i omtrent samme nivaa langs kysten, ind og ut bugter og fjorder, bredere og smalere efter bergartenes beskaffenhet. Der findes ikke spor av moræner eller skuringsmerker ute paa dem.

I landet mellem Torells Bræ og Dunder Bay er der som netop nævnt en række fjeld med daler imellem; fjeldene viser tildels rester av ældre jevnere overflate, men er stupbratte mot dalene og især mot vest, hvor de staar som en mur op fra sletten. Dalene har faat sin endelige utformning ved bræ-erosion; inde i enden av hver dal ligger endnu smaabræer. Dalenes bund ligger ca. 20 meter over inderkant av sletten, og man maa op et trin i flugt med fjeldfronten for at komme op i dalmunden. I dette trin har elvene gravet sig gjel.

Det er klart at kystsletten er dannet senere end dalene. Man kunde tænke sig at der gik forkastninger langs fjeldfronten eller nogensteds i nærheten — de er lette at gripe til, især naar det ikke ansees nødvendig at paavise dem geologisk. Men der findes ikke spor til dem paa denne strækning; tvertimot kan man se samme lag fortsætte fra fjeldene og utover

kystsletten. Mulig forekommende forkastninger som skulde begrænse kystsletten, vilde ogsaa faa et høist besynderlig forløp — langsefter alle fjorder. Nu trækker De Geer likesaagodt den konsekvens at alle fjorder ogsaa er dannet ved indsynkninger. De beviser han anfører kan vi ikke indlate os paa her, men de har neppe nogen realitet.

Laguner. Ute ved stranden er der enkelte steder store laguner, saaledes i kreppa i Forlandsundet, hvor de er vældig utviklet. Længer syd er der ikke mange i nivaa med havet, men der er nok av ældre laguner, som er hævet ca. 6 meter. Dunøyene bestaar av en række kalkholmer, som er tjoret sammen av lagunevolder og hævet ca. 6 meter; istedenfor laguner er der nu en del smaa tjern, skilte fra sjøen av gamle strandvolder, som ligner chausséer.

Sydkapøya bestaar for største delen av en hel masse parallele grusrygger med forsænkninger imellem; ryggene er omtrent 10 meter brede og neppe mere end ½ meter høie, likesom en uendelig masse parallele rygger. Langs vestkysten er der berg, men ellers er hele øen bygget op av rullestensvolder. Indpaa er der en hel del tjern, gamle lagunesjøer. Fra vest gaar der ind en cirkelformet bugt med bratte vægger — den er svarvet ut av tidevandsstrømmene, og er tydelig yngre end de parallele strandvolder.

Paa Sydkapøya kan man undertiden se et snurrig fænomen, som kan nævnes her: i frisk vind danner der sig en mængde skum paa tjernene, som driver ned i læ, og ligger langs stranden som en hvit vold. Enkelte skumkladder rives løs av vinden og triller bortover bakken, de kan være omtrent knytnævestore. Det ser ut som om hvite stener blev blaast bortover.

Der holder til en del lom i smaavandene; den smører sig med fett likesom andre sjøfugler, og litt av dette kommer i vandet. Desuten er vandet ganske brunt av fugleskitt. Fettet og guanoen tilsammen er da vel aarsak til dannelsen av saapeskummet.

Terrasser. De netop omtalte rullestenvolder er hævet henimot 10 meter over havet, men der findes lignende i meget høiere nivaa. Imidlertid er de ikke altid saa lette at kjende. Rullestenene er for største delen sprængt i filler av frosten,

saa det er blit bare singel av dem. Haarde grove sandstener holder sig bedst. Er bergarten skifrig, kan man se rullesten som er kløvet op i skiver likesom et brød. I mundingen av Hornsund ligger rullesten til en høide av over 100 meter. Paa sydsiden av fjordmundingen er der svære belter av rullesten, op til 70 m. høide, som den rene ørken. Der er neppe en mosedot at se. Bergarten her er haard sandsten (kulm). Andre steder er der grusterrasser, men de har ogsaa let for at bli ødelagt; de siger ut. I grusterrasserne findes ofte rester av sjødyr som ikke længer kan leve paa Spitsbergens kyster; særlig let kjendelig er blaaskjæl. Der har altsaa været en mildere klimaperiode paa Spitsbergen ogsaa likesom i Norge, efter istiden; eftersom blaaskjællet findes helt ned mot den nuværende strandlnje, saa maa nutiden i virkeligheten være kjøligere end de nærmest forangaaende tidsrum.

Paa Østspitsbergen findes ikke disse sydligere skjæl i terrassegruset, her har forholdene været rent arktiske.

H o e l har maalt høiden paa endel terrasser i nordvest; de forskjellige tal stemmer bra overens, og viser 5 bestemte nivaaer: 15, 28, 35, 55, 77 og 105 meter. Den høieste marine grænse anfører han til ca. 130 meter. Noget lignende har jeg fundet i Hornsund.

Paa Sydkaplandet er der flere steder høitliggende terrasser i fast berg. Paa sydvestsiden av fjeldet Hilmar er der fire tydelige platformer, den underste ca. 40 m., saa en stor mellem 80 og 100 m., videre en paa ca. 220 m., og allerhøiest en tydelig strandkant med rullesten, ikke mindre end 340 m. o. h. Denne høitliggende strandlinje fandt H o e l sidste sommer (1920).

Rundt Sydkapfjeldet er terrassen paa 80—100 m. tydelig utpræget og gaar som en brem rundt fjeldfoten. Bergarten er glimmerskifer som staar paa høi kant, og terrassens ytterkant er opløst i et vildt forrevet terræn med bratte rygger, hauger og daler.

Paa fjeldet »Dummer Kerl« NE for Keilhaus fjeld fandt jeg den samme høie strandlinje paa 340 m. med en hel del rullesten.

J o r d s i g. Paa Spitsbergen er jorden som nævnt bestandig frossen, tælen er 300 meter tyk, og bare den øverste meter

eller knapt det, tiner op om sommeren. Jorden er derfor bestandig vastrukken, og har let for at sige ut. I alle skraaninger er jorden paa vandring nedover og ligger i striper, skilt ad ved gjærder av opreist sten — de forskjellige striper har forskjellig fart, og der blir friktion paa grænsen mellem dem. Stenene blir derfor skrudd paa høi kant. Det kommer an paa hvor fort det gaar, om vegetationen greier at holde skridt med jordsiget; undertiden vrænger torven sig op, saa der blir smale striper med vegetation paa valkene og rynkerne foran hver vællingstrøm. Men ofte ligger jorden bar. Opover i jorddækkede skraaninger ligger materialet i lange tunger, tykke nedentil, med en lang hale efter. Skraaningen skal ikke være stor, før flytningen kommer igang.

I høifjeldet i Norge kan man ogsaa se slikt, men paa Spitsbergen er næsten al jord paa vandring, naar den ikke ligger ganske flat.

P o l y g o n e r. Paa flat mark optrær besynderlige dannelser. Terrænet er avdelt i ruter og facetter, med ler og jord i midten, avdelt med stengjærder. En slags polygoner begynder med fine tørke-sprækker i torven, som smaasten krabber op igjennem, fler og fler, og tilslut danner de smaa volder rundt den flate bund inde i polygonen. Det ser ut som om unger hadde moret sig med at bygge noget rigtig rart; undertiden er de saa regelmæssig at man kunde fristes til at tro at en forrykt anlægsgartner hadde været paa færde. Polygonene er et par meter tvers over, og stengjærderne kan være omtrent 1 decimeter høie. Gjærderne blir større og større og klemmer sammen leren i midten, som ligger som en pute. Det kan se ut som om leren skulde ha krøpet op nedenfra og skjøvet stenene til siden. Men undertiden ligger bare stenblokker ogsaa i polygoner. Dannelsen av disse rare greier er ikke helt klar, men alle er enige om at det skyldes frosten. Vastrukken jord utvider sig med 10 pct. naar den fryser, og der kan da optræ sterke kræfter. Stenene forandrer praktisk talt ikke volum enten det er koldt eller varmt. Det er da indlysende at ler og sten kan bevæges i forhold til hinanden naar det avvekslende tiner og fryser.

Polygonene er et meget karakteristisk træk i landskapets utseende paa Spitsbergen.

Utformningen av overflaten. Frostsprængningen i forbindelse med jordsiget er det som virker nu for tiden til utmodellering av overflaten. Bakken skal ikke skraane meget før den siger ut — ca. 10—15°. Lerskifren leverer ved frostsprængning en sleip leragtig jord, som har let for at sige. Sandstenene danner ikke saa let sigjord, men de sprækker heller op i grove blokker. Er der lerskifer i toppen av et fjeld, saa smuldrer den op og siger utover; dette fortsætter indtil der dannes et plataa over en eller anden fastere sandstensbænk, som saa blir staaende som en mur under kanten av plataaet. Lerskifren under en slik resistent bænk angripes ogsaa let, og saaledes blir sandstenslaget undergravet; samtidig som det haarde lag blir stupbrat, blir de løse lag nedenfor dækket av grove urer av sandsten, hvis da ikke materialet fjernes av bræer.

Fjeldene paa Sydkaplandet er flate oppaa, og temmelig mørke i farve, men med to lyse baand omkring, et øverst under kanten av plataaet, et andet længer nede i skraaningen. Det er to bænker av lys sandsten, som danner hver sin næsten sammenhængende stupbratte avsats rundt alle fjeld. Bare enkelte steder kan man komme op paa plataaene, idet man maa krabbe efter urene. Ovenpaa er der slak skraaning med opbløtt lerholdig singel, som driver og siger i store strømmer.

Denne vastrukne jord kunde ikke bli liggende slik forholdsvis i ro, hvis ikke klimaet var saa tørt. Kom der en periode med rikelig regn paa Spitsbergen, vilde der ske frygtelige omveltninger, fjeldene vilde fri sig for sit dække av jord og grus, som vilde skri og rase ned i dalene. Virkningen vilde bli omtrent den samme som naar et skogklædt fjeldland blir rasert.

Slutning. A. E. Nordenskiöld fremhæver hvor instruktive forholdene er paa Spitsbergen i geologisk henseende. Bergsiderne er nakne, lag og bygning kan sees paa lang avstand, og desuten er omtrent alle formationer repræsentert, med massevis av fossiler. Derfor er Spitsbergen blit kaldt »geologenes høiskole«. Men i dette land fremtræer ogsaa en række fysisk-geografiske fænomener med sjelden klarhet — likesom rendyrket i et uhyre laboratorium. Bræer og alt som dertil hører, frostsprængning og sigjord, deltaer, laguner,

strandsletter og »cliffs« — alt dette kan illustreres med typiske eksempler fra Spitsbergen. Det samme gjælder oceanografi og meteorologi, forholdene er ogsaa i den henseende særdeles interessante og instruktive; likesaa kan nordlys og dermed beslegtede fænomener studeres paa Spitsbergen.

Naar Spitsbergen kommer under norsk administration, saa maa man huske paa at den videre videnskabelige utforskning av dette land, som er saa rikt paa interessante opgaver, ikke alene er en — mere eller mindre ubehagelig — pligt, men et arbeide som vil lønne sig bare ved den større indsigt vi vil kunne vinde til at forstaa og løse mange av de problemer, som møter os i Norge, men som ikke her fremtrær med slik klarhet.

Bokanmeldelser.

Oscar Hagem: Arvelighetsforskning. En oversigt over nyere resultater. Anden forøkede utgave. 317 + V sider 8vo. Med 64 illustrationer. Kristiania 1919. (H. Aschehoug & Co.).

Den lille bok »Arvelighetsforskning« som prof. Hagem utga i 1912 erobret sig hurtig en sikker position i vor biologiske literatur. Saa fremskutt en plads som arvelighetsproblemene — især siden gjenopdagelsen av Mendel's lov aar 1900 — har indtat i den almindelige bevissthet, har der ogsaa hos os været et sterkt behov for en sakkyndig biologisk utredning av videnskapens standpunkt paa dette omraade. Ogsaa i vore nabolande er forøvrig boken blit adskillig benyttet.

Saa intenst som talrike fremrakende specialister rundt omkring i landene i det sidste decennium har arbeidet med arvelighetsspørsmaalet — hos planter, dyr og mennesker — ligger det i selve sakens natur at en bok fra 1912 ikke længer kan være paa høide med tiden. Der er derfor al grund til at glæde sig over, at prof. Hagem's bok nu foreligger i en ny, omarbeidet utgave, hvor der er tat hensyn ogsaa til de senere aars forskninger.

At bokens omfang ved denne omarbeidelse er vokset til

adskillig over det dobbelte kan ikke forundre. Selv med en saadan utvidelse av volumet maa det ha været en meget vanskelig opgave at sigte det nye stof og vælge hvad der skulde tas med. Om forfatteren her overalt har truffet det rette, vil der selvfølgelig altid kunne være meningsforskjel. For sin del skulde anmelderen ønsket, at der var blit ofret mere plads til omtalen av de vigtige arvelighetsundersøkelser paa zoologisk materiale, som i de sidste aar er offentliggjort av forskjellige amerikanske forskere. Der er paa dette omraade i den aller sidste tid vundet resultater, som i høi grad fortjener opmerksomhet ved de muligheter de aapner for videre fremskridt, men som hos os endnu er altfor litet kjendt. En artikel om hithørende emner haaber »Naturen« forøvrig snart at kunne bringe fra særlig sakkyndig hold.

Imidlertid bringer prof. Hagem's bok, ogsaa saadan som den foreligger, en mængde værdifuldt nyt stof, som ikke tidligere er gjort tilgjængelig i populær norsk literatur. Fremstillingen er klar og grei, billedstoffet rikt og oplysende. Reproduktionen baade av tekstfigurene og av de farvetrykte plancher fortjener særskilt anerkjendelse. Alt i alt maa man ønske boken den størst mulige utbredelse; den vil utvilsomt, likesom sin forgjænger, kunne gjøre stor nytte ved at sprede kundskap om et av biologiens mest almeninteressante spørsmaal.

I ett punkt kan dog ikke anmelderen la være at ta avstand fra prof. Hagem's bok. Fuldt saa hjælpeløs som forfatteren synes at mene er allikevel ikke den moderne plantesystematik. Den kan nok i mange tilfælder være nødt til at la sig nøie med en morfologisk sammenligning av planter og planteorganer, men det karakteristiske for den er allikevel at den bygger sine slutninger om slegtskap og avstamning paa hele det iagttagelsesmateriale som kan skaffes tilveie. Hvor det er mulig — og nødvendig — tar den baade anatomi, fysiologi, plantegeografi, palæontologi og arvelighetsforskning i sin tjeneste. Det er sandsynlig at der kan findes plantesystematikere, som vilde la sig fange i de fælder som f. eks. Baur's *Antirrhinum*-bastarder og Heribert-Nilsson's *Salix*-bastarder frembyr. Men derfor er det ikke sikkert at kritiske, for disse opgaver virkelig kvalificerte

systematikere nødvendig skulde behøve at la sig narre saa grundig som forfatteren synes at forutsætte. Enhver erfaren systematiker vil vite, at der i naturen ofte kan optræ former som i flere eller færre karakterer sterkt avviker fra det for vedkommende type normale utseende, og som kan lede tanken hen paa andre arter og slegter. Ikke saa sjelden er dog slike vanskeligheter ved en grundig og alsidig undersøkelse løst, ogsaa uten arvelighetsforskningens hjælp.

Ingen vil negte at den eksperimentelle arvelighetsforskning allerede har ydet og sikkert nok ogsaa i fremtiden vil komme til at yde talrike og vigtige bidrag til løsningen av vanskelige avstamningsspørsmaal. Men det bør dog ikke oversees at ogsaa dens metoder har sin begrænsning. De forskjellige arbeidsretninger bør fuldt ut kunne anerkjende hinanden. Ved samarbeide mellem dem — ɔ: ved at problemene samtidig angripes fra de forskjellige synspunkter og efter de forskjellige metoder — vil der være størst utsigt til at naa frem til rigtige resultater. *Jens Holmboe.*

O. G. Petersen: Forstbotanik. Paa Grundlag af Forelæsninger ved Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Anden Udgave. 474 s. 8vo. Med 242 Figurer i Teksten. Kjøbenhavn og Kristiania 1920. (Gyldendalske Boghandel).

Opmerksomheten henledes paa denne nye utgave av prof. O. G. Petersen's høit ansete haandbok. Den er litt større end den foregaaende utgave, og stoffet er helt gjennemarbeidet. Bokens plan er dog saa godt som uforandret. Utvalget av de arter, som er nærmere behandlet i bokens specielle del, passer rigtignok — som naturlig kan være — ikke saa godt for norske som for danske forhold. Men størsteparten av artene har dog interesse ogsaa for os. Og fremfor alt vil ogsaa norske forstinteresserte ha utbytte av at studere den fortrinlige fremstilling av trærnes bygning og liv, som utgjør emnet for bokens almindelige del.

J. H.

Smaastykker.

Norske fangstmænds og videnskapsmænds indsats i utforskningen av Spitsbergen-øgruppen i nyere tid. I min avhandling i »Naturen«s mars—maihefte 1920, der var sendt redaktionen i januar, staar der at Mercator (1569) har misforstaat sine kilder eller at disse er »forvandlet« ved mellemmænd istedet for »forvansket«.

S. 70, 14de linje f. o. staar »gjenoptages«, skal være gjenopdages«.

Paa samme side nævnes at vi selv, og hanseatene ogsaa, nok kunde ha interesse av at holde vore forfædres geografiske opdagelser hemmelig. Det er jo naturlig nok, at de der er økonomisk interessert i fangsten, taler mindst mulig om fangstfeltene og deres beliggenhet. Flere av vore skrevne, gamle beretninger var dog kjendt i utlandet, saaledes I v e r B o t y's Grønlandsbeskrivelse, der blev oversat til tysk (high dutch) i 1560 og derpaa av Barents fra tysk til plattysk (low dutch). I 1608 blev Barents' oversættelse overført til engelsk, til bruk for Henry Hudson.

Sidst i avhandlingen staar omtalt, hvad Den norske stat har gjort paa Spitsbergen-øgruppen for radio- og veirtjenesten. Dette avsnit skal lyde saaledes:

I 1911 anla Den norske stat radiostationen, postaapneri og en meteorologisk station ved Green Harbour. Meteorologiske observationer tages nu ogsaa ved A/S Store Norske Spitsbergen Kulkompanis anlæg ved Advent bay (Longyear City) og ved A/S Kings Bay Kul Comp.s anlæg ved Kings bay (Ny Aalesund). Nævnte selskaper har ogsaa oprettet radiostation.

I 1918 oprettedes en meteorologisk station paa Bjørnøya, og Bjørnøen radio begyndte sin virksomhet i december 1919.

Sommeren 1920 er der oprettet en geofysisk station ved Quade hoek, Kings bay. Ved denne station utføres ikke alene meteorologiske observationer av enhver art, men ogsaa aerologiske og jordmagnetiske undersøkelser samt fotografering av nordlys. Stationen betjenes av 4 mand og er utstyrt med traadløs telegraf.

Vardeborg i Asker, september 1920.

G. Isachsen.

Fra Norsk Geologisk Forening. I foreningens møte lørdag 10de mai 1919 der var planlagt som et Spitsbergenmøte holdt docent Adolf Hoel foredrag om: Spitsbergens kul- og malmforekomster, deres økonomiske betydning og fordeling mellem de forskjellige nationer.

Først resumerte docenten det videnskabelige arbeide, som var utrettet av nordmænd. Der var i det hele 64 ekspeditioner med helt eller delvis videnskabelig formaal utrustet fra Norge. For bare at nævne de mest betydningsfulde. Den første var professor Keilhaus i 1827. Senere har der været en hel række geologiske, botaniske, kartografiske, meteorologiske etc.

Dernæst gik foredragsholderen over til at omtale forekomstene av nyttige mineraler. Langs vestkysten finder man flere steder løse stener av jernmalm. Et av de tidligere fund av disse blev gjort av docent Hoel i 1909. Paa Prins Karls Forland var en moræne, hvor paa enkelte steder over halvparten av stenene bestod av malm av magnetjern eller jernglans. Analyser har git:

	Magnetiten	Jernglansen
Fe	40.6	47.35
TiO_2	0.75	0.70
P	0.53	0.45
S	0.41	0.21

Det lykkedes ogsaa Hoel at paavise den bergart, hvori malmen optraadte, og nu er denne kjendt paa flere steder langs en smal stripe, som følger kyststrækningen. Den er bl. a. fundet paa nordsiden av Bellsund og i Martins Range ved Recherche Bay paa sydsiden av sundet. Malmzonen er uten enhver praktisk betydning, da den er for fattig paa de hittil kjendte steder, naar muligens undtages forekomsten paa Prins Karls Forland.

Med en av forekomstene paa denne malmzone er der av et engelsk selskap The Northen Exploration Company drevet en stor reklame i aviser og tidsskrifter. Ogsaa specielle brochurer er utsendt. Bl. a. en med titelen: Spitsbergen's Mineral Wealth, Its vital importance to british trade and industry. Denne forekomst ligger i Martins Range, som ogsaa er utstyret med navnet Iron Mountain. Om denne forekomst har man ogsaa i norske aviser hat anledning til at læse referater efter engelske avisartikler, hvori den blev sammenlignet med de nordsvenske malmberg i Kiruna og Gellivare og angas endog større og rikere (et par pct. mere jern) end disse. »Malmen« skal være fundet av den kjendte norske explorer Birger Jacobsen i 1911 og blev det følgende aar overdraget til det engelske selskap. Forekomsten er først undersøkt av en

norsk bergingeniør, som kom til det resultat, at den var betydningsløs. Senere har uavhængig av hverandre to svenske fagmænd hvorav den ene for et kjendt hollænderfirma, foretat meget omfattende undersøkelser paa stedet og kommet til det samme resultat; ikke nogen steder optrær malmleierne med en større mægtighet end ca. et par dm. , men der er ofte flere parallele striper, hvorav dog de fleste kun er litt over eller under centimetertykke. Selv om malmen i disse striper er god, den holder saaledes:

60—66 % Fe,
0.01—0.02 % P,
0.04—0.10 % S,

er forekomsten for fattig til at kunne utnyttes, selv om den var beliggende paa et for driften langt gunstigere sted end Spitsbergen.

Til trods for disse fagmænds opfatning av forekomsten som fuldstændig værdiløs har det engelske selskap fortsat med sin reklame, likesom de har bekostet flere og kostbare ekspeditioner dit.

En lignende utidig opmerksomhet har det samme selskap søkt at paakalde for sine »marmorbrudd« i Kings Bay, en av de nordligste av fjordene. Her forekommer kalksten av forskjelligartet utseende i rikt utvalg. Overalt lider dog kalkstenen av den slemme feil, at den er fuldstændig sønderssprukket, saa at man knapt nok kan finde brukbare emner til haandstykker i en samling. Om denne til ethvert arkitektonisk bruk værdiløse kalksten er der utgit enestaaende vakkert utstyrte og meget kostbare reklameskrifter. De polerte prøver er reproducert i de smukkeste og mest naturtro farvetryk. I underskriften er de karakterisert med de mest tiltalende tekniske benævnelser, hvorav en hel række er norske. Det er imidlertid betegnende nok, at tiltrods for 3 aars »forsøksdrift« er ikke en eneste skibsladning blit skibet. Antagelig har selv eierne nu opgit feltet, ti de kostbare anlæg, hvorav nævnes 10—12 huser, jernbanespor, maskiner for slipning og boring m. m. har fra 1913 været helt forlatt.

Det viser sig altsaa at de engelske interesser, som knytter sig til forekomster av jern, marmor og andre nyttige mineraler, naar undtas kul, nærmest maa sies at være indbildte.

Av andre forekomster av mineraler, der kan bli gjenstand for drift, nævnte foredragsholderen en av ham selv fundet forekomst av z i n k b l e n d e ved Bellsund. Paa det sted, hvor det var anledning til at studere forekomsten saa den meget tiltalende ut; men den laa saadan til, at dens utstrækning dengang ikke lot sig bestemme. Det var en 2—3 m. mægtig gang med zinkblende, kalkspat og flusspat. Den optrær i en graablaa kalksten. Analyser viser:

Zn. 65.4 %,
Pb. 0.82 %,
Fe. 0.51 %.

En av dr. Gunnar Holmsen fundet forekomst av asbest i Recherche Bay har i 1917—18 været drevet av A/S Kulspids, Kristiania. Dette selskap har tat ut ca. 17 ton som prøver. Forekomsten synes at være rik. Der optræer en hel række aarer der er 1—2 dm. mægtige. Skeidingen volder dog vanskelighet.

Paa Kap-Thorsen-halvøen ved Isfjorden forekommer lag av fosforit. Denne forekomst tilhører Chr. Ankers dødsbo. Den blev undersøkt av en større ekspedition i 1917 eller 1918. Der blev skibet hele 200 ton; men fosforiten var desværre for fattig til, at drift kunde lønne sig. En ca. 40 m. bred zone med talrike lag av udmerket gibs optræer ogsaa ved Kap-Thorsen-halvøen. Dalen Portland-cementfabrik undersøkte forekomsten ifjor ved en ekspedition. Der blev utskibet ca. 160 ton.

Utenfor de allerede nævnte forekomster er der, naar kulfeltene undtas, ikke kjendt en eneste forekomst, som det vil lønne sig at drive. Der har rigtignok fra enkelte hold været fremholdt, at Spitsbergens mineralrigdommer var kolossale, men som man forstaar, maa man heller si, at landet er fattig paa mineralske raastoffer utenom kul.

Derpaa behandlet foredragsholderen kulforekomstene. Kulleierne optræer i de forskjellige geologiske formationer. De ældste er kulmlagene. Disse er litet kjendt og synes ofte saa urene, at de ikke kan brukes. De gir indtil 50 % aske. Man haaper dog at kul fra ialfald nogen av denne formations forekomster vil kunne benyttes direkte uten forkoksning til jernmalmsmeltning. I kridtformationen optræer to kullag, hvorav det nederste, som er ca. 1 m. mægtig, fører meget middelmaadig kul, med overordentlig liten brændværdi. Det øverste av denne formations kullag bestaar av brunkulagtige kul, med stor gehalt av kvælstof, vand etc. og av liten brændværdi.

Det er kulleierne i tertiærformationen, som er de vigtigste. Det er ogsaa her to lag paa tilsammen gjennemsnitlig 2 m.s mægtighet. Kulfløtsen har en stor utbredelse, da den gaar igjen over hele tertiærfeltet. Lagene yder en fortrinlig vare. Kullenes brændværdi skal være 15 % større end de bedste østengelske kuls. Gjennemgaaende er deres kvalitet og mægtighet konstant gjennem hele tertiæren. Deres relative værdi vil derfor avhænge av deres beliggenhet. De med hensyn til skibningsforhold gunstigst beliggende er allesammen paa norske hænder. Foruten norske findes ogsaa svenske, russiske og engelske kulforetagender paa Spitsbergen.

Karakteristisk for fordelingen av disse forskjellige interesser er dog produktionen. I 1918 utskibedes saaledes fra gruber:

paa norske hænder	....	55,000	ton	600	arbeidere
— svenske —	....	4,000	—	—	—
— russiske —	....	2,500	—	—	—
— engelske —	....	0	—	—	—

Av kulforekomstene besidder — som man forstaar — nordmændene de største av dem, der kan bli gjenstand for drift. Disse ligger desuten paa de gunstigste steder, hvad is- og havneforhold angaar. Vistnok omfatter engelskmændenes anneksioner store omraader, efter deres eget opgivende omkring 2000 kv.miles, men det er bare en liten brøkdel av disse, hvor man kan aapne lønnende drift.

Av de økonomiske interesser, som knytter sig til Spitsbergens forraad av mineralske raastoffer, er saaledes nordmændenes uten sammenligning de største.

Efter en sexa talte docent Werner Werenskiold om: Landet mellem Hornsund og Bellsund, Spitsbergen. Iagttagelser fra ekspeditionene i 1917 og 1918.

Foredraget knytter sig til det foredrag docenten holdt i foreningen i februar 1918, som ikke blev nærmere omtalt i det referat fra møtet der tidligere (»Naturen« 1918, s. 282) er omtalt her. Av denne grund leveres et mere utførlig referat av begge foredrag her under et.

Hornsund blev opdaget av Jonas Poole i 1610. Der blev snart en stor trafik av hollandske hvalfangere, som imidlertid blev jaget væk av engelskmændene, ca. 1620. Hvalfangsten sluttet imidlertid allerede omkring 1650, fordi der ikke var mere hval igjen. Russere fra Archangelsk og Solowetski slog sig ned paa Spitsbergen fra slutten av det 17de aarhundrede, og der var russere her og der paa Spitsbergen til begyndelsen av det 19de aarhundrede. Hornsund findes stadig omtalt i de engelske og hollandske beretninger, og der er flere spor efter russehytter der. I det sidste aarhundrede færdedes omtrent udelukkende norske fangstfolk paa Spitsbergen, og de har ogsaa bygget et par hytter i eller nær Hornsund. Der er meget hvitræv i dalene.

En hel del videnskabelige ekspeditioner har været i Hornsund. Saaledes Torell og Nordenskiöld i 1858, Nordenskiöld og Dunér i 1864, Wilczek i 1872, Nathorst og de Geer i 1882. Nordenskiöld gjorde en kartskisse over Hornsund og landet nordover til Bellsund, som hittil har været det eneste kart over denne kyststrækning. Han nævner krystallinske skifre og »Hecla-

Hook«. Sterneck gjorde i 1872 en kartskisse over Hornsund, som ikke er videre god; paa samme ekspedition undersøkte H. Höfer bergartene paa nordsiden av fjorden. Han beskriver skiktet kvartsit med hyperitindleiringer, endvidere glimmerskifre, ofte med granater, og kalk og svart skifer. Faldet er hele veien vestlig.

Isøene, Dunøene og en del av Torells bræ blev besøkt av Nathorst og G. de Geer i 1882. Nathorst fandt nogen utydelige fossiler i kalken. Paa Nathorst's geologiske oversigtskart over Spitsbergen er derfor strøket paa nordsiden av Hornsund avsat som Hecla-Hook, hvilket utvilsomt er korrekt. I 1890 gik G. A. Nordenskiöld med tre ledsagere paa ski fra en liten dal like nord for mundingen av Hornsund og til Recherche Bay i Bellsund. Det var saavidt de slap fra det med livet, og de fik ikke gjort nogen iagttagelser av betydning.

I 1899—1900 overvintret den russiske gradmaalingsekspedition i Hornsund. Kun en del av materialet er offentliggjort men deriblandt ingen karter, undtagen en foreløbig skisse over Sydkaplandet. De Geer var indom i Hornsund ved samme anledning og tok op et fotogrammetrisk kart over bræen i dalen ved russernes vinterhus i Goës Bay. Denne bugt kaldes i almindelighet »Gaasehamna«, men er i virkeligheten opkaldt efter den svenske zoolog A. T. Goës. De Geer nævner kulmsandsten fra bunden av Hornsund.

Imidlertid har de her nævnte ekspeditioner bare været indom Hornsund som snarest, undtagen russerne. Strøket længer nord var omtrent ukjendt, men i Bellsund har der været en mængde ekspeditioner, og fjordene der er bra kartlagt. I pynten like syd for Recherche Bay opdaget Nordenskiöld et tertiærfelt med rike forekomster av plantefossiler; her er ogsaa nogen smale kullag. Det var i 1873.

Den norske Spitsbergenekspedition kom 29de juli til Hornsund og recognoscerte landet omkring fjorden. Den 5te august blev Anders K. Orvin og foredragsholderen sat iland i Isbjørnhamna, like vest for Hans Bræ, paa nordsiden av Hornsund. De rodde saa efterhvert langs landet til Recherche Bay, hvor de blev hentet den 28de august. Paa denne tur undersøktes landet foreløbig og man fik istand en kartskisse over strøket langs kysten fra Hornsund til Bellsund. Paa enkelte fjeldtopper sattes varder, som kom godt med aaret efter, da landet blev nøiagtig kartlagt.

I 1917 hadde ekspeditionen ialt 7 leirpladser paa den nævnte kyststrækning. De var 6 mand med to smaa baater.

I 1918 blev landpartiene utskibet i Isbjørnhamn igjen. De delte sig i to partier, et bræparti og et kystparti. Hoel gik med 6 mand over indlandsisen til Recherche Bay, Sol-

heim og Werenskiold rodde langs kysten; de var ogsaa dette aar ialt 6 mand i to baater. Den 26de juli rodde man ut gjennem Kalvisen i Hornsund og efterhvert frem til Recherche Bay hvor efter avtale skøiten og bræpartiet blev truffet den 15de august.

I 1917 var drivisen langs kysten, men i 1918 var der næsten ikke en isbete at se. Kysten er ubeskyttet og farvandet særdeles urent, saa det kan være slemt nok at komme frem; er der dønning, saa er det undertiden meget vanskelig at lande. Naar der er drivis i sjøen, staar gjerne nogen store flak paa grund paa baaer og rev, saa det blir smult indenfor.

Da der maa være stille veir for at kunne ro forbi de værste strækninger, mistedes en del av den kostbare arbeidstid. Paa vestkysten er der ofte taake og smaaregn, saa man maa passe paa som en smed for at faa utnyttet de faa dager, veiret er brukelig. Bræpartiet fik sit triangelnet ført helt frem til Bellsund, og man fik forbindelse med kjendte punkter paa nordsiden av denne fjord. Kystpartiet rak ikke helt frem med arbeidet; dette skyldes først og fremst at terrænget var mindre oversigtlig i det snefrie land end inde paa bræene. Triangelnettet langs kysten er flere steder kommet i direkte forbindelse med det indre net. Kartet er under utarbeidelse, og kystlinjen er allerede bestemt fra et punkt søndenfor Hornsund til henimot Dunder Bay, 80 km. i ret linje, men saa er ogsaa hele Hornsundet kartlagt, og det er 20 km. langt. Den samlede længde av kystlinjen er da sikkert 150 km. Indover i landet rækker kartlægningen 20 til 25 km. fra kysten.

Mesteparten av landet, undtagen en stripe langs kysten, er opfyldt av fjeld og bræer.

De første 12 km. nord for mundingen av Hornsund langs kysten dannes av en fjeldrække med topper paa over 700 m. med flere smaadaler, botner og lokale bræer. Utenfor er der en smal kystslette. Videre nordover er der svære bræer, som tildels kalver i sjøen, dels gaar de ut paa lerete fjærer.

Inde paa isen staar der op høie og spidse nunatakker paa over 1000 m. men kystfjeldene mangler paa en strækning av 20 km. Den nordligste av disse storbræer kaldes Torells bræ.

Nordenfor Torells bræ er der en noksaa ret fjeldfront hen mot pynten vest for Dunder Bay, ialt ca. 30 km. Fjeldmuren er gjennembrutt av 6 daler. I de tre sydligste kommer der ned grener av Torells bræ, som altsaa gaar fra den store indlandsis og ut gjennem alle skar eller pasdaler. Den tredje dal fra syd, Orvins dal, bøier mot nord og gaar bred og snefri langt nordover indimellem fjeldene. Den fjerde dal — Steindalen — gaar over et skar og ut i den nordlige fortsættelse av Orvins dal. Pashøiden er ca. 200 m. Den 5te dal ender i 3 botner med smaa bræer; den blev kaldt Botnedalen.

En nordlig sidedal gaar over et trangt skar i en høide av 300 m. ind til et stort aapent dalføre, som gaar mot nord ut til Dunder Bay. Den sjette dal gaar tvers gjennem fjeldrækken, pashøiden er 70 m.

Utenfor fjeldrækken er der en stor kystslette, optil 4 km. bred, oversaadd med grunde vand, men fast berg stikker frem ret som det er. Indenfor Dunder Bay gaar en bred aapen isfri dal langt mot sydost, og avgrænser kystfjeldene fra indlandets fjeldkjeder. Østsiden av dalen dannes av en række forrevne fjeld, som fortsætter ut paa halvøen vest for Recherche Bay.

Fjeldene er ordnet i parallele rækker som gaar i retning NV—SØ; dette staar i forbindelse med den geologiske bygning. Fjeldene bestaar for det meste av haarde bergarter, mens dalene er utgravet langs lerskiferzoner. Lagstillingen er for det meste steil, med vestlig fald.

I de ytre fjeld — paa nordsiden av Hornsund — er der — som allerede Nordenskiöld og Höfer nævner — grundfjeldslignende bergarter, kvartsit, granatglimmerskifer og presset gabbro. Der er ogsaa nogen marmorbænker. Metamorfosen taper sig mot NV og bergartene ligner almindelig Hecla-Hook. Enkelte fjeldtopper bestaar av gabbro.

I Dunøene er der kalksten, tildels kornet og oolitisk. I landet mellem Torells bræ og Dunder Bay er der glimmerskifer og kvartsit i vest langs kysten, og saa mægtige kalklag i svære folder. Østenfor er der igjen lerskifer.

Kalklagene danner en antiklinal, men tektoniken er ikke helt enkel; der er store overfoldninger mot øst. Øst for lerskiferzonen kommer en mægtig zone med kalkkonglomerater; forresten er der konglomerater i den før nævnte kalkserie ogsaa.

En hel del av kalken er dolomitisk. Efter iagttagelserne i landet nord for Torells bræ skulde lagrækken være:

Kalkkonglomerat,
Kvartskonglomerat,
Lerskifer, glimmerskifer og kvartsit,
Kalk, dolomit.

Dette synes ogsaa at stemme med forholdene i Hornsund, efter iagttagelser av Hoel, Orvin og foredragsholderen.

Foruten Hecla-Hook er der ogsaa andre formationer øst og syd for Hornsund. Ifra bunden av fjorden var devon og kulm bekjendt, men Hoel fandt ogsaa trias der.

Det viste sig at kulmsandstenen ogsaa er utbredt over de ytre partier paa sydsiden av fjorden. Fjeldet Hohenlohe bestaar av hvit haard kulmsandsten op til ca. 480 m., saa kommer svart lerskifer med plantefossiler og tynde ubrukelige kullag i en mægtighet av 150 m.; selve toppen bestaar av

sandsten. Lignende forhold fandtes i nogen fjeld længere syd, men her laa tertiær ovenpaa. Baade tertiæren og kulmsandstenen ligger med moderat fald.

I det lille tertiærfelt ved Cap Lyell paa sydsiden av indløpet til Bellsund er der en masse plantefossiler. Svenske geologer har antat at dette felt var begrænset av forkastninger; men hverken Orvin eller Werenskiold kunde se andet end at overleiringen var diskordant. Lagene falder med svakt fald mot NØ, og grænsen mellem tertiæren og Hecla-Hook gaar NV—SØ paa det flate kystland. Selve grænsen var ogsaa godt blottet. Langs grænsen staar rigtignok en kalkbreccie, men denne »breccie« fortsætter i mange kilometers utstrækning sydover i fjeldene: det er et mægtig konglomeratlag i Hecla-Hook-kalken.

Enkelte svenske geologer synes at ha en viss tilbøielighet til at anta forkastninger i noget større antal og utstrækning end man kan paavise med sikkerhet. Saaledes har den hypotese været fremsat, at de flate forland paa Spitsbergen skulde være avgrænset fra fjeldlandet bakenfor ved forkastninger. Noget slikt saa foredrågsholderen ikke spor av, tvertimot fulgtes flere steder tydelige lag, f. eks. marmorbænker, over kystsletten og op i berget indenfor.

Kystslettens inderkant er ca. 40 m. o. h. Oftest er selve kroken inderst mot berget dækket av nedraset ur, eller en slags fonn-moræne. Ute paa sletten er der ret som det er ribber av fast berg, især hvor lerskifren indeholder kvartsitbænker.

Kystsletten er uten tvil dannet i havets nivaa. Den kan følges fra Sydkap, langs vestkysten og østover langs nordkysten og indefter fjordene.

Sletten ender mot sjøen med brat kant, ca. 5—10 m. høi, hvor der er fast berg. Denne brink er dannet ved frostsprængninger idet brændingen fragter bort det nedramlede grus. Isfoten har ingen betydning for transporten; den maa snarere beskytte berget mot brændingen.

Hvor stranden bestaar av løsmateriale, er der ofte laguner; særlig pragtfulde er de i Forlandssundet. De dannes av tidevandsstrømmene. Ved Hornsund og paa Dunøene er der gamle laguner som er hævet ca. 6 m. over nuværende havstand; de er da blit til grunde ferskvandsjøer eller sumper, eller de er ganske tørre. Dunøene har været en række smaa holmer, forbundet med lagunetanger; nu ligger lagunerne ca. 6 m. o. h., men kan let kjendes igjen. Paa denne vis er der blit saa mange smaa sjøer paa Dunøene. Paa Store Dunøen er en lang tange under dannelse nu, med en hel række strandvolder i høiere nivaa.

Rullestenen i strandvoldene sprækker istykker ved den sterke frostsprængning. Materialet i de gamle laguner og

strandvolder er derfor som oftest skarpkantet grus. Den solide kulmsandsten bevarer formen bedre, og nordøst for Hohenlohe danner den et pragtfuldt belte av rullestensvolder i flere hundrede meters bredde. Landet er her en ren ørken. Strandvoldene gaar op til ca. 150 meters høide, men de er ikke nøiagtig maalt endnu.

I dalene nordenfor Torells bræ var der ganske interessante forhold. Bunden av dalene ligger omtrent 10 meter over kystslettens nivaa; der er likesom en terskel i mundingen. I den sydligste dal er der et litet vand med en kalvende bræ, men i de to næste er der uttappede sjøer. Utløpene har skaaret sig ned i trange gjel gjennem tersklene, og samtidig er sjøene opfyldt med grus, sand og ler fra bræelven ovenfra. Men der var tydelige sandbrinker endnu rundt om den flate lerete slette, som repræsenterte sjøbunden.

Dalene har utpræget bræ-erosionsprofil. De er dannet før kystsletten, som ikke viser spor av glaciation.

Hverken i Hornsund eller i landet nordenfor til Cap Lyell findes der forekomster av mineraler, som har eller kan tænkes at faa nogen værdi. Anneksioner i Hornsund bør derfor som en række andre ikke medregnes, naar der er tale om forskjellige nationers økonomiske interesser paa Spitsbergen.

Søndag 15de juni avholdt Norsk Geologisk Forening en ekskursion til Fuglemyren paa Vettakollen under statsgeolog dr. G u n n a r H o l m s e n s veiledning.

Ved hjælp av torvbor demonstrertes torvens lagdeling. Under 1 a 2 meter tykt lag lys uformuldet mosetorv fandt man et lag sterkt humificert torv, som øverst førte rikelige rester av furubark og vedpinder. Med myrboret merket man stubbelag. Grænsen mellem de to torvlag var skarp. Det stubbeførende torvlag blir nedentil opblandet med starrester. Det hviler paa gytje. Et sted saa man carexrøtter indvokset i gytjen. Paa dette sted laa gytjeoverflaten 2 m. under myrens avløps-terskel, saa man maa tænke sig, at det bassin hvori Fuglemyren nu ligger engang har været avløpsfrit.

Rolf Falck-Muus.

Hvite blokkebær. Hvite bær synes at være meget sjeldne hos denne plante, sjeldnere end hos blaabær og tyttebær. Fra vort land foreligger saavidt vites bare én beretning om forekomsten av hvite blokkebær, nemlig paa øen Fonnen i Fitjar, Søndhordland (O. J. L i e-P e t t e r s e n i »Naturen« 1911, s. 311).

Nylig er der til Bergens museums botaniske avdeling kommet efterretning om endda et fund av hvite blokkebær, denne gang paa gaarden Hustuft i Etne, likeledes i Søndhordland.

Lærer Halvard J. Fjøsne, hvem meddelelsen herom skyldes, skriver at der her bare findes en enkelt tue av planten. »Naar dei vert mogne smakar dei som vanlege blokkebær, men ser mest ut som kvite rips«.

Ogsaa utenfor vort land synes hvitfrugtede blokkebær at være meget sjeldne. I de floristiske haandbøker fra de andre skandinaviske lande kan de ikke sees at være nævnt. Derimot nævnes i tredje utgave av Schinz u. Keller: Flora der Schweiz (Bd. II, s. 268, Zürich 1914) fra et enkelt voksested i Alperne en var. *leucocarpum* Zabel »mit grünl. weissen Beeren«, som vistnok kommer vor plante nær.

Jens Holmboe.

Forsøk med ønskekvisten. Jeg læste med stor interesse hr. M. Leegaards lille notis i »Naturen« for 1919, s. 371. Før jeg hadde læst hans opsæt, hadde jeg selv gjort endel forsøk med ønskekvist-medier, og disse forsøk førte mig med tvingende grunder ind paa den tyding av kvistens bevægelse, at den tar sit utspring i en omdreiende utløsning av cellespændingen i de deler av kvisten som omsluttes av mediets hænder. Mange forhold peker den vei; jeg skal dog her bare nævne et par træk som maaske ikke er iagttat sikkert før.

Lægger man de friske kvister i vand en dag eller to, saa de faar mætte sig helt med vand, saa gir de ikke utslag. Men tørrer man dem, saa gir de utslag igjen omtrent som friske kvister eller litt trægere end disse. Utløsning av spændingen i cellevæggene synes altsaa ikke at kunne gaa for sig, naar alle vedceller er fyldt med vand.

Et par av de medier jeg har arbeidet med, har i nogen tilfælder ikke kunnet faa kvisten til at »gaa«, endskjønt de har faat greie og sterke utslag paa de samme steder baade før og senere. Disse merkelige svigtninger er alle indtraadt under omskifte i veiret og høi barometerstand. Professor Hansteen-Cranner som velvillig har bistaat mig med raad under disse forsøk, paapeker i denne sammenhæng, at de momentane torsioner som indtrær ved berøring av frugtene av *Impatiens noli tangere* og flere tropiske vekster, er i høi grad avhængige av veiret.

I sit forsøk paa at tyde fænomenet gjør imidlertid hr. Leegaard sig skyldig i en sammenblanding av to ting. Ett er bevægelsens mekanik, ett andet er dens aarsak eller den kraft som fremkalder den. Han mener at den spænding som utløses ved kvistens utslag skyldes en vridning av kvisten med hændene, og at kvisten »gaar« kun saa længe og saa langt som indtil den av hændene frembragte spænding er utløst. Men samtidig siger han at denne utløsning »turde være den hemmelighetsfulde kraft som gjør at ønskekvisten paa sine steder gir utslag.«

Ønskekvisten gir utslag »paa sine steder«; det er et faktum. De 5 medier jeg har operert med har alle faat utslag med kvisten paa sine steder — og ikke andetsteds, endda de har forsøkt sig mangesteds. De 5 medier har holdt kvisten paa 4 forskjellige maater (bare en har holdt den slik som hr. Leegaard beskriver stillingen), og dog har alle faat utslag paa de samme steder. Videre:

a. Intet medium har faat utslag med kvisten naar de gik i hele galosjer.
b. Intet medium har faat utslag med kvisten naar dennes grener var omgit med gummi (gummislange).
c. Intet medium har faat utslag med utbløtte kvister.

Jeg ser at hr. Reusch taler om nervøsitet i denne forbindelse. Godt; men hvorfor blir disse mennesker nervøse bare paa sine steder? Hvorfor ikke naar de gaar i hele galosjer, eller naar kvisten er omgit med gummi i mediets hænder? Hvorfor blir de aldrig nervøse naar de kvister de holder i hænderne er utbløtt?

Det kan slaaes fast at kvisten gir utslag »paa sine steder«. Dens utslag maa følgelig ha noget med jorden at gjøre — med forhold som findes i jorden paa sine steder og ikke paa andre.

Landbrukshøiskolen i mai 1920.

S. Hasund.

Cyklon paa Besserudtjernet. Sommeren 1911 blev undertegnede vidne til et ganske eiendommelig naturskuespil. Det var i juni, og jeg kom spaserende paa den store landevei, som gaar forbi Besserudtjernet paa Holmenkollen ved Kristiania. Veien ligger meget høiere end tjernet, og jeg kastet et flygtig blik ned paa dette. I det samme blev jeg imidlertid var noget ute paa tjernet, som gjorde, at jeg øieblikkelig stoppet op og ikke kunde faa mine øine fra det som foregik. Hvad der hændte, var at vandet paa et bestemt sted, nær den nærmeste bredd, i en omkreds av ½ meter, hadde taarnet sig op i en 1-meterlang vandsøile, som med en hurtig, hvirvlende bevægelse dreiet sig om sin egen akse. Derefter flyttet den eiendommelige, pyramideformede figur sig med lynets fart over hele tjernet, der som bekjendt ikke er litet, og forsvandt saasnart den anden bredd var naadd. Under denne sin passage over tjernet beskrev vandsøilen, der hele tiden saa ut til hverken at avta eller tilta i høide, foruten den fremadskridende bevægelse, ogsaa fremdeles den hurtige dreining om sin vertikale akse.

Det cyklonagtige fænomen var meget interessant at iagtta og maa uten tvil betegnes som noget høist usedvanlig for vort land.

Universitetsamanuensis *Th. Schjelderup-Ebbe.*

Nye bøker.

Til redaktionen er indsendt:

W. Christie: Rationel potetdyrkning. Nogen forsøksresultater og erfaringer. Särtryck ur Lantbruksveckans handlingar för år 1919. Stockholm 1919.

A. Mentz og C. H. Ostenfeld: Billeder af Nordens Flora. Anden forøgede Utgave. 8de til 13de Hefte. København 1919. (G. E. C. Gad).

R. Nilsson: Förteckning över Sveriges ornitologiska litteratur rörande svenska fågelfaunan. 160 s. 8vo. Lund 1920. (C. W. K. Gleerup's förlag).

James Oliver Curwood: Kazans søn. 227 s. 8vo. Kristiania og København 1919. (Steenske Forlag).

Nordisk astronomisk Tidsskrift. Utgivet av Astronomisk Selskab (København). Redaktører: Julie M. Vinter Hansen, mag. scient., København, J. Fr. Schroeter, professor, Kristiania, Walter Gyllenberg, docent, Lund. Ny Række, Bind 1, Nr. 1. København 1920. (I Kommission hos G. E. C. Gad).

Fredrik Holst: Opdræt av ræv i fangenskap. 38 s. 8vo. Med 17 tekstfigurer. Kristiania 1920. (I komm. hos A/S Helge Erichsen & Co:s forlag).

Ingvald Grande: Jordbunden paa kartbladene Trondhjem og Melhus samt i tilstøtende egne av Søndre og Nordre Trondhjems amter. (Jordbundsbeskrivelse nr. 15. Utgit av Det kgl. Selskap for Norges Vels jordbundsutvalg). 137 s. 8vo. Med 4 karter. Kristiania 1920.

J. Byrkjeland: Jordi i Seljord og Kviteseid. (Jordbundsbeskrivelse nr. 16). 48 s. 8vo. Med 1 kart. Kristiania 1919).

Ingebr. Five: Elvevollerne i Gudbrandsdalen. Litt om deres dannelse og egenskaper, samt utnyttelse og forekomst. 74 s. 8vo. Med billeder. (Jordbundsbeskrivelse nr. 17). Kristiania 1919.

Isforholdene i de arktiske Have 1919. 25 s. 4to. Med 5 karter. (Kjøbenhavn 1920. I Komm. hos G. E. C. Gad).

Dr. W. Christie: Beretning fra Statens forsøksgaard paa Hedemarken 1919. 15de arbeidsaar. (Særtryk av Landbruksdirektørens beretning for 1919). 50 s. 8vo.

Naturfredning i Norge. 1920. I. 30 s. 8vo. Kristiania 1920.

Fra

Norges landbrukshøiskole.

Bekjenntgjørelse om et dosentur i agrikulturkjemi er innrykket i Norsk Kunngjørelsestidende nr. 248 for 28de juli. Ansøkningsfrist 31te august.

(H. O. 15729).

Tromsø museum.

Ved **Tromsø museum** er **2 konservatorposter** ledige enten begge for zoologer eller 1 for zoolog og 1 for botaniker. Lønnen er ifølge det nye lønsregulativ kr. 5000 med 6 alderstillæg à kr. 500 efter 3, 6, 9, 12, 15 og 18 aars tjenestetid, hvortil kommer statens dyrtidstillæg. Pligt til at gjøre indskud i statens pensionskasse. 3 maaneders gjensidig opsigelsesfrist.

Ansøkninger med attester sendes museets bestyrelse inden 20de oktober.

Tromsø den 13de september 1920. (H. O 19305).

1905-fondet for landbruksforskning i Norge.

Det bekjendtgjøres herved, at fristen for indlevering av besvarelse av de to i 1918 av fondets styre opstillede prisopgaver er forlænget til 1ste mars 1921. Belønningen er sat til kr. 1000 for hver opgave.

Som nye prisopgaver, med en belønning for hver av dem paa kr. 2000 er opstillet:

1. „Hvilke faktorer øver indflytelse paa kornvarernes kvalitet og hvorledes kan denne bedømmes i den praktiske kornomsætning? Spørsmaalet bør belyses ved egne undersøkelser". Indleveringsfrist 1ste mars 1922.

2. „Der ønskes en fyldestgjørende undersøkelse som ved egne analyser belyser spørsmaalet om, hvormeget nyttig plantenæring der aarligen bortføres til havet gjennem et av vore større vasdrag". Indleveringsfrist 1ste mars 1923.

Av hovedfondets midler vil i 1920 bli anvendt indtil kr. 2000 til understøttelse av landbruksvidenskapelige arbeider, forsøk m. v. Av Kr. Kolkinns legat vil kunne erholdes indtil kr. 1500 til understøttelse av videnskapelig forskning av melken, dens kemi m. m.

Utførligere bekjendtgjørelse se: „Norsk Kunngjørelsestidende" nr. 72 for den 8de mars d. a. Nærmere oplysninger ved henvendelse til professor Myhrwold, f. t. styrets formand, Landbrukshøiskolen. (H. O. 4840).

NATUREN

ILLUSTRERT MAANEDSSKRIFT FOR POPULÆR NATURVIDENSKAP

UTGIT AV BERGENS MUSEUM, REDIGERT AV PROF. JENS HOLMBOE MED BISTAND AV PROF. DR. AUG. BRINKMANN, PROF. DR. BJØRN HELLAND-HANSEN OG PROF. DR. CARL FRED. KOLDERUP.

JOHN GRIEGS FORLAG - BERGEN

Nr. 9—10 44de aargang - 1920 Septbr.—oktober

National Museum APR 18 192

INDHOLD

KRISTIAN LOUS: Professor H. Geelmuyden 257
JENS HOLMBOE: S. K. Selland 260
TORBJØRN GAARDER: Om stoffet og atomene 264
B. J. BIRKELAND: Spitsbergens klima 278
OLAF HOLTEDAHL: Spitsbergens og Bjørnøens geologi 288
HANNA RESVOLL-HOLMSEN: Om betingelserne for Spitsbergens planteliv 307
BOKANMELDELSER: H. L. Sørensen: Norsk flora (J. H.). — S. Almquist: Sveriges Rosæ (Carl Traaen). — Hans Molisch: Populäre biologische Vorträge (J. H.). — O. Helms: Fuglene ved Nakkebøllefjord (Sigurd Johnsen) 315
SMAASTYKKER: Rolf Falck-Muus: Norsk geologisk Forening. — Norsk ornithologisk Forening. — W. Werenskiold: Basismaalingen paa Spitsbergen 317

Pris 10 kr. pr. aar frit tilsendt

Kommissionær
John Grieg
Bergen

Pris 10 kr. pr. aar frit tilsendt

Kommissionær
Lehmann & Stage
Kjøbenhavn

NATUREN

begynder med januar 1921 sin 45de aargang (5te rækkes 5te aargang) og har saaledes naadd en alder som intet andet populært naturvidenskabelig tidsskrift i de nordiske lande.

NATUREN

bringer hver maaned et *rikt og alsidig læsestof*, hentet fra alle naturvidenskapernes fagomraader. De fleste artikler er rikt illustrert. Tidsskriftet vil til enhver tid søke at holde sin læsekreds underrettet om *naturvidenskapernes vigtigere fremskridt* og vil desuten efter evne bidra til at utbrede en større kundskap om og en bedre forstaaelse av *vort fædrelands rike og avvekslende natur.*

NATUREN

har til fremme av sin opgave sikret sig bistand av *talrike ansete medarbeidere* i de forskjellige deler av landet og bringer desuten jevnlig oversættelser og bearbeidelser efter de bedste utenlandske kilder.

NATUREN

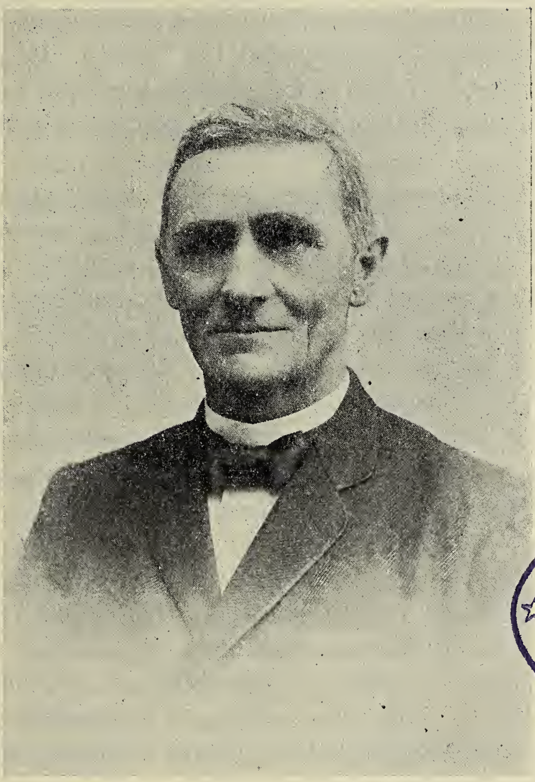
har i en række av aar, som en anerkjendelse av sit almennyttige formaal, av Norges Storting mottat et aarlig statsbidrag som fra 1ste juli 1920 er forhøiet til kr. 2500.

NATUREN

burde kunne faa en endnu langt større utbredelse, end det hittil har hat. Der kræves *ingen særlige naturvidenskabelige forkundskaper* for at kunne læse dets artikler med fuldt utbytte. *Statsunderstøttede folkebiblioteker og skoleboksamlinger faar tidsskriftet for under halv pris (kr. 4.00 aarlig, frit tilsendt).* Ethvert bibliotek, selv det mindste, burde kunne avse dette beløp til naturvidenskabelig læsestof.

NATUREN

utgis av *Bergens Museum* og utkommer i kommission paa *John Griegs forlag;* det redigeres av professor *Jens Holmboe*, under medvirkning av en redaktionskomité, bestaaende av: prof. dr. *A. Brinkmann*, prof. dr. *B. Helland-Hansen* og prof. dr. *Carl Fred. Kolderup.*



Smithsonian Institution
APR 18 1921
National Museum.

Professor H. Geelmuyden.

Av **Kristian Lous.**

Ved professor H. Geelmuydens død 1ste mai 1920 mistet »Naturen« en av sine ældste medarbeidere.

I det første hefte, 1877, er en artikel av ham: Er der en planet indenfor Merkur? Det var uregelmæssigheten i Merkurs bevægelse i forbindelse med forskjellige beretninger om smaa runde pletters passage over solskiven, som gjorde spørsmaalet aktuelt. Ogsaa i de følgende aarganger finder man artikler av Geelmuyden. Og da »Naturen« i 1902 kunde feire

sit 25-aars jubilæum, skrev han en artikel om det som var hændt paa astronomiens omraade i de forløpne 25 aar.

H a n s G e e l m u y d e n var født 10. januar 1844 i Fredriksværn. Han blev student 1861 og realkandidat 1868. Allerede i 1867 før fuldendelsen av sin eksamen ansattes han som observator ved observatoriet i Kristiania. Han vedblev at være knyttet til dette — fra 1890 av som dets bestyrer — like til sommeren 1919, da han gik av paa grund av loven om aldersgrænse.

I Geelmuydens observatortid var Kristiania observatorium med paa det store internationale arbeide, hvis resultat er kjendt som Astronomische Gesellschafts stjernekatalog. Programmet for dette arbeide var fastsat i 1869 og samme aar tilsa professor F e a r n l e y Kristiania observatoriums deltagelse og overtok zonen 65°—70° nordlig declination. I 1870 begyndte observationene, som er utført av Fearnley og Geelmuyden sammen, den første observerende stjernernes passage ved kikkerten, den anden avlæsende cirkelen. Beregningene er alle utført av Geelmuyden, som heri har nedlagt et stort arbeide. Selve observationene skaffer altid kun raamaterialet, det er en vidtløftig bearbeidelse som skal til for at faa frem resultatene. Geelmuyden har selv engang for kuriositetens skyld gjort et overslag over det antal sifre, som er brukt ved beregningene, og fundet mere end 2 millioner — heri ikke medregnet utarbeidelse av hjælpetabeller. Den færdige katalog utkom i 1890 og indeholder positioner av 3949 stjerner for 1875,0.

Ved siden av dette sit hovedarbeide utførte Geelmuyden forskjellige observationer. Blandt stjernerne i Kristianiazonen var en som viste betydelig egenbevægelse, noget som straks fremgik av sammenligning med en observation av A r g e l a n d e r fra 1843. Da dette tydet paa stjernens relative nærhet, paabegyndte Geelmuyden høsten 1878 en række observationer for at finde dens parallaxe ved sammenligning av dens positioner med en anden nærstaaende stjerne. Efter et aars observationer fik han en foreløbig værdi av parallaxen. Efterat den benyttede refraktor i 1882 hadde faat et nyt objektiv, begyndte han en ny række observationer, som kombinertes med den forrige. Det endelige resultat kunde dog ikke ansees som en

definitiv bestemmelse av stjernens parallaxe, da rectascensions- og declinationsbestemmelserne hver for sig ikke gav værdier med god nok overensstemmelse.

Geelmuyden utførte ogsaa en række observationer i første vertikal til undersøkelse av polhøidens forandring. For den europæiske gradmaaling og for den geografiske opmaaling har han utført astronomiske observationer. Senere — efter i 1890 at være blit professor i astronomi og observatoriets bestyrer — har han bearbeidet de paa den første Frameksspedition utførte astronomiske observationer. Sammen med observator Schroeter utgav han i 1909 og 1912 resultatene av nyere meridianobservationer i Kristianiazonen.

Av teoretiske arbeider har Geelmuyden utgit en undersøkelse over indflydelsen av banens ekscentricitet paa den varmemængde, som et himmellegeme mottar fra solen, en avhandling om zodiakallyset og en om stedbestemmelser paa høiere bredder.

Sammen med H. Mohn utgav Geelmuyden som observator: Elementær Lærebog i Astronomi, nærmest til bruk ved andeneksamen. Boken er senere omarbeidet og utgit av Geelmuyden alene som Lærebog i Astronomi og brukes av de realstuderende. Den anvendes ogsaa ved Kjøbenhavns universitet som begynderbok. De forelæsninger som professor Geelmuyden i en lang aarrække holdt paa universitetet var av tilhørerne anset for at være klare og greie.

Tænker man paa professor Geelmuyden som menneske — ikke som fagmand — er der en side ved ham som trænger sig i forgrunden og som man helst mindes, nemlig hans store kjærlighet til vort lands natur og friluftslivet. Det var intet han satte mere pris paa end det at færdes ute paa fjeld og i skog, tilfots og paa ski. De observationer han hadde at utføre for gradmaalingen medførte i hans yngre dage mangt et ophold paa en øde fjeldtop og mange strabaser, men disse skræmte ikke ham. I 1870 laa han saaledes i telt paa toppen av Gausta i 14 dage. Og i 1872 laa han lang tid paa Høg-Gien sammen med senere opmaalingschef oberst Haffner, som utførte de geodætiske maalinger, mens Geelmuyden gjorde de astronomiske observationer. En kraftig snestorm dækket hele fjeldet med sne i juli. Senere paa sommeren laa Geelmuyden alene

paa Knutshø og paa Høgronden, hvor teltet maatte slaaes op nedenunder selve toppen som var snedækket, saa instrumentstøtten maatte graves ut av sneen. Som ældre gjensaa han med glæde disse steder og gjenoplivet minderne fra dette friluftsliv.

Men hans største glæde som ældre mand var at »gaa i skauen«, streife om i Nordmarken sommer og vinter. I skiløiperne dér traf man ham ofte, og han gik endnu som 76-aaring turer som mangen yngre mand vilde fundet lange.

Det blev da ogsaa i disse ensomme skogstrakter at han fandt sin død. En vaaraften befandt han sig som ofte før alene paa ski langt oppe i Nordmarken, tok feil retning og kom i mørket ut paa et vand, hvor vinterens sikre isdække var begyndt at gaa op.

Hans bratte død vakte forfærdelse blandt alle som kjendte ham — og dog: han døde midt i den store tause natur som han elsket. Og han blev skaanet for at opleve den stund da svigtende kræfter vilde tvunget den gamle friluftsmand til et stillesittende liv.

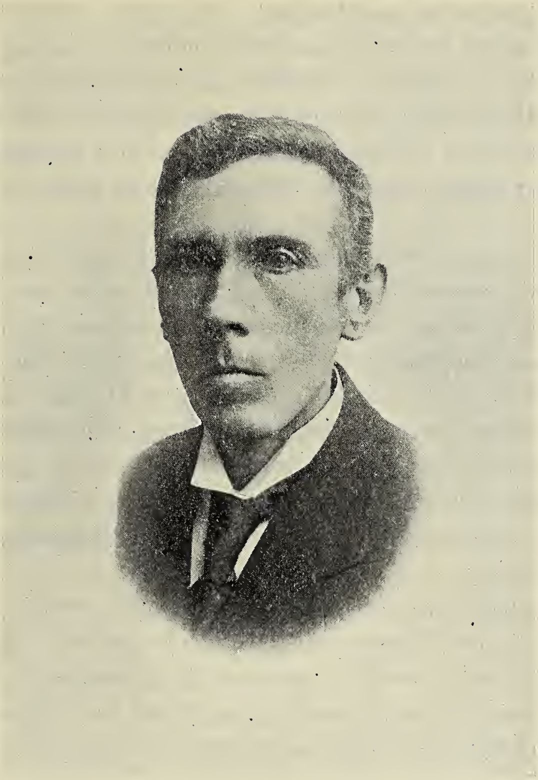
S. K. Selland.

Av **Jens Holmboe.**

Helt uventet kom budskapet om overlærer S. K. Sellands død, den 13de juli iaar. Hans venner visste nok, at han i nogen aar hadde lidt av et hjerteonde, men i den senere tid hadde han tilsynelatende været noksaa frisk og han virket med utrættelig energi baade i og utenfor sin embedsstilling.

Han blev bare 52½ aar gammel. Hans pludselige bortgang, endnu midt oppe i sin livsgjerning, er et smertelig tap ikke bare for den skole, i hvis tjeneste han virket, og for Hardanger, som i ham har mistet en av sine virksomste kulturarbeidere, men ogsaa for norsk botanisk forskning. Der er derfor al grund til at mindes ham her i »Naturen«.

Sjur Knutsen Selland var født paa gaarden Selland i Granvin, Hardanger, den 1ste december 1867; hans for-



Sjur Knutsen Selland.

ældre var gaardbruker Knut Nilsen Selland og hustru Ranveig Sjursdatter. Efter at ha gjennemgaat en omgangsskole i sin hjembygd og vinteren 1885—1886 et amtsskolekursus paa Voss, blev han sommeren 1886 optat som elev paa Stord seminar. Herfra utexaminertes han 1888 med hovedkarakter »Meget godt, 1ste grad«. Vaaren 1890 tok han middelskoleexamen i Bergen, vaaren 1901 examen artium i Kristiania (hovedkarakter »Meget godt«) og høsten 1902 andenexamen ved Universitetet med hovedkarakter »Laudabilis præceteris«. Længer tillot ikke forholdene ham at følge den akademiske bane, men foruten ved flittig selvstudium har han allikevel i aarenes løp paa forskjellig vis sørget for at utvide sit kundskapsforraad; dels i Norge og dels i Danmark har han saaledes gjennemgaat kurser i sløid, havebruk, planteanatomi, m. m.

Allerede 1888 ansattes han som lærer i Granvin, og her har han senere den hele tid virket, like til han sommeren 1919 utnævntes til overlærer ved Stord lærerskole. Mesteparten av tiden, helt fra 1890, har han været knyttet til fortsættelsesskolen paa Eide i Granvin, fra først av som andenlærer, men i hele den lange aarrække 1893—1919 som bestyrer og førstelærer.

Bare et aars tid fik han anledning til at virke som overlærer ved lærerskolen paa Stord. Den aller største del av hans lærergjerning falder inden hjembygdens grænser. Den indsats han her har gjort kan vanskelig sættes for høit. Ikke alene hadde han en sjelden evne til at bibringe sine elever solide kundskaper, men han øvet ogsaa stor indflydelse paa dem ved sit eksempel og ved hele sin noble personlighet. Ogsaa som formand i Granvin skolestyre gjennem en lang række av aar har han indlagt sig stor fortjeneste av bygdens skolevæsen.

Paa mange maater blev der — ogsaa utenfor skolen — lagt beslag paa Sellands indsigt og arbeidskraft. Han var en av stifterne av Granvins ungdomslag og var lagets første formand. Han var ogsaa medlem av styret for Hardanger ungdomslag, formand i Hardanger sogelag, styremedlem i Vestlandske kredsforening for naturfredning i Norge, m. m. Han var formand i Hardanger lærerlag gjennem en række aar, fra laget blev stiftet og indtil han flyttet til Stord. I mange aar var han medlem av Granvins herredstyre. Han var den første som satte igang skolebarnsplantning i Granvin (i 1897) og han har ogsaa virksomt arbeidet for ungdommens opøvelse i skytefærdighet.

Botaniken var dog, hele livet igjennem, hans sterkeste interesse utenfor skolestuen. Allerede som gut botaniserte han ivrig sammen med sin ven, den omtrent jevnaldrende nabogut Johan Havaas, som senere har vundet sig et saa høit anset navn som lavspecialist. I seminartiden mottok han sterke botaniske impulser fra sin lærer, senere rektor P. V. Br. Deinboll. Og da han siden opholdt sig i Kristiania for at læse til artium og andenexamen, benyttet han fremfor alt tiden til at utvide sine botaniske kundskaper. Gjennem en række av aar mottok han støtte fra Bergens museum og fra

Universitetet til botaniske undersøkelser, og til disse institutioners samlinger har han efterhaanden indsendt et rikholdig og meget værdifuldt herbariemateriale. Allerede i prof. Axel Blytt's »Nye bidrag til kundskapen om karplanternes utbredelse i Norge« i Kristiania videnskapselskaps forhandlinger for 1892 og 1897 er mange av hans interessantere plantefund offentliggjort. Senere har han ogsaa selv offentliggjort en række avhandlinger om vegetationen i Hardanger (samt Voss og Vossestranden) i »Nyt Magazin for Naturvidenskaberne« og i »Bergens Museums Aarbok«. Desuten har han i »Naturen« og i forskjellige andre publikationer offentliggjort kortere meddelelser av forskjellig, især naturhistorisk indhold, likesom han med stor uegennyttighet har meddelt adskillige andre forskere oplysninger til bruk for deres videnskabelige arbeider.

Alt hvad Selland hittil har offentliggjort om planteveksten i Hardanger opfattet han selv bare som forarbeider til et samlet større arbeide over dette emne, som han gjennem en lang række av aar hadde under forberedelse. Som alt hvad han foretok sig blev ogsaa disse undersøkelser usedvanlig planmæssig og omhyggelig gjennemført. Herred efter herred blev grundig undersøkt, fra Hardangervidden ut til Bømmelfjorden, og en mængde vakre plantefund blev herunder gjort. Stor skade er det, at Selland ikke selv skulde naa at fuldføre dette sit hovedverk, som vilde gjøre Hardanger til en av de floristisk bedst kjendte deler av vort land. Heldigvis har det vist sig at manuskriptet foreligger i en saadan form, at det vil kunne gjøres færdig til trykning, og arbeidet vil, forhaabentlig i en nogenlunde nær fremtid, bli offentliggjort i Bergens museums aarbok.

Selland var en skarp naturiagttager og overhodet en av de bedste botaniske samlere vi har havt her i landet. Hans herbarieexemplarer var altid mønstergyldig præparert og forsynet med nøiagtige etiketter. Hele hans store efterladte plantesamling er nylig indkjøpt av skibsreder O. Grolle Olsen og skjænket til Bergens museum. Det maa hilses med glæde at denne overordentlig værdifulde samling, som er av likefrem grundlæggende betydning for kundskapen om Hardangers plantevekst, paa denne maate er blit sikret og i fremtiden vil være tilgjængelig for den videre forskning.

Selland var en stilfarende, fordringsfri mand, men streng i kravene til sig selv. Han var, siger en av dem som kjendte ham bedst, »ein heilstøypt karakter med eit klaart hovud og eit varmt hjarta«, og disse ord træffer netop det centrale i Sellands væsen. Hadde han paatat sig en opgave kunde man være tryg — den blev da altid utført paa bedste maate.

For land, hjembygd og norsk natur følte han varmt. Et utslag herav er det sikkert ogsaa, at han koncentrerte sit videnskabelige arbeide paa utforskningen av Hardangers plantevekst.

— Siden 1910 var Selland gift med Lisbet Anvedsdatter Lillegraven.

Om stoffet og atomene[1]).

Av **Torbjørn Gaarder.**

Oldtidens kulturfolk søkte ikke gjennem planmæssige forsøk at trænge ind mot en dypere forstaaelse av materien. Man kjendte nok flere kemiske processer, som blev utnyttet til praktiske formaal. Men de forestillinger man dannet sig om materien, for derigjennem at skaffe sig en enkel forklaring paa alt det som sker i verden, var altid av spekulativ art. Og man nøiet sig med den teoretiske forklaring, uten at prøve dens rigtighet gjennem forsøk. Det blev derfor de teoretiske spekulationer over materiens væsen som satte sit præg paa disse tiders opfatning.

Spørsmaalet, hvad og hvilke er de oprindelige dele, hvorav alle stoffer er sammensat, beskjæftiget de ældste folk, vi kjender til. Europas første kulturfolk, grækerne, som ogsaa paa dette omraade øvet en mægtig indflydelse, hadde mænd som gjennem storstilet deduktion søkte at trænge frem mot en løsning av problemet. De ældste græske vismænd gik ut fra den antagelse, at alt her i verden er opbygget av ét urstof. Hvad dette urstof var, derom hersket delte meninger. En genial tankegang ligger til grund, naar en D e m o k r i t (5 aarh. f.

---

[1]) Foredrag holdt 4. februar 1920 i Bergens naturvidensk. selskap.

Kr.) tænker sig at denne urmaterie bestaar av et utal smaa, udelelige partikler, og at alle forandringer i verden fremkommer gjennem adskillelse og gjenforening av disse partikler, som han tænker sig i evig bevægelse.

En enestaaende indflydelse, gjennem næsten to tusen aar, kom den av Empedokles fra Agrigent (ca. 440 f. Kr.) opstillede elementlære til at øve i Europa. I ældgamle indiske skrifter findes en lignende lære og man tror at grækerne har faat grundlaget til elementlæren østfra. Platon og Aristoteles førte denne lære frem til stor magtstilling. I korte træk lærer den at alt i verden er opbygget av fire elementer: luft, vand, jord, ild. Disse elementer er ikke forskjellige grundstoffer. De er bare bærere av visse grundegenskaper, som skyldes én urmaterie. Aristoteles lærte, at disse egenskaper var: varm, kold, tør, fugtig. Og hvert av de fire elementer fik sit præg gjennem besiddelsen av to av dem; f. eks. jord: kold, tør, ild: tør, varm. Elementlæren førte til den idé at et element kan forvandles til et andet, idet der kan borttas den overflødige og tilsættes den manglende egenskap. Gjennem almindeliggjørelse av denne idé blev grundlaget lagt for middelalderens tro paa transmutationer, at kunne forvandle et metal til et andet. Denne tro var meget sterk, og praktisk talt alle som i middelalderen drev kemiske forsøk var overbevist om, at ædle metaller kunde fremstilles av uædle. Man var bundet av autoritetstroen, og de aristoteliske ideer var saa eneherskende hele denne tid, at der bare spores svake tilløp til at trænge frem mot en erkjendelse ad induktiv vei. Først i begyndelsen av det 16de aarh. sætter en ny retning ind, som litt efter litt løsner det væ̈ldige grep transmutationstroen hadde faat over kemien.

Den tjeneste kemien op gjennem tiden kom til at gjøre medicinen ved at fremstille virksomme lægemidler, bevirket efterhvert at medicin og kemi kom til at arbeide haand i haand. Der kom en tidsalder for medicinsk kemi. Derved at dygtige, vel utdannede læger arbeidet med kemien, blev denne litt efter litt ført ind paa de stier, som tilslut skulde føre frem mot forskningens vei. Den induktive metode trængte nu mer og mer frem og skaffet fremgang for den eksperimentelle kemi, slik at kemien i midten av det 17de

aarhundrede kunde fremstaa som en selvstændig forskningsgren. Her var B o y l e (1626—91) banebryteren. Helt upaavirket av alkemi og den aristoteliske lære hævdet han at skal videnskapen gaa frem, maa der anstilles forsøk, iagttagelser maa samles og ingen teori opstilles som ikke er i overensstemmelse med hvad man har iagttat. Han var den første som fuldt ut forstod, at for kemien var det en hovedopgave at utforske alle stoffers sammensætning. Boyle la dermed grundlaget for den kemiens tidsalder som endnu hersker.

Alle middelalderens forgjæves forsøk paa at fremstille guld av mindreværdige metaller bragte efterhvert frem en hel række erfaringer. Disse førte til at man kom til en motsat anskuelse og opstillet den lov, at det er umulig at overføre et element til et andet. Ved e l e m e n t (grundstof) forstod man da noget andet end før. Det nye elementbegrep blev indført av B o y l e, og fremgik av den betragtning, at naar et stof lar sig spalte i to eller flere ulike bestanddele, saa er disse enklere stoffer end det oprindelige. Alle de stoffer man ikke evner spalte i ulike bestanddele blir da at betragte som elementer. Av disse er alt opbygget. Som vi ser hindrer ikke denne tolkning av elementene at de f. eks. er av komplicert bygning, og stammer fra ét urstof. Den siger bare, at med de hittil kjendte hjælpemidler kan man ikke spalte elementene videre i enklere bestanddele. Dette var Boyle fuldt klar over.

Før Boyle hadde alle spekulationer over materiens sammensætning manglet et fundament av eksperimentel erfaring. De ideer man hadde om smaa udelelige partikler, var resultatet av vismænds tankeforsøk paa at forklare alt som sker. Grundlaget for den moderne atomlære kunde derfor først lægges, efterat man gjennem eksperimenter hadde vundet en række erfaringer, som pekte mot en slik sammensætning av materien. Det er D a l t o n s (1766—1844) store fortjeneste at ha opstillet den moderne atomlære. De iagttagelser som gav ham et fast grundlag fremgik av hans undersøkelser over sammensætningen av forskjellige forbindelser. Man mener det var Daltons undersøkelser av kvælstoffets oksyder, som førte ham til at opstille loven om de m u l t i p l e p r o p o r t i o n e r, en lov fundet og underbygget paa eks-

perimentel vei. Denne siger, at et element ikke bare kan forekomme umiddelbart efter sin forbindelsesvegt i et sammensat stof, men ogsaa efter e t h e l t multiplum av forbindelsesvegten. En forklaring paa denne lovmæssighet søkte og fandt han i atomhypotesen: at alle stoffer bestaar av endelige, udelbare partikler, atomer. Paa dette grundlag opstillet Dalton (1803) sin atomteori: Ethvert element (grundstof) bestaar av fuldstændig like atomer, av uforanderlig vegt, og enhver kemisk forbindelse opstaar gjennem forening av de forskjellige elementers atomer efter enkle talforhold. Ut fra de vegtsforhold, i hvilke elementene trær sammen til forbindelser søkte Dalton at bestemme de relative atomvegter, idet han gik ut fra vandstofatomets vegt som enhet. Bestemmelserne blev gjennemført for de allerfleste elementers vedkommende av B e r z e l i u s.

Byggende paa en række undersøkelser over de volumforhold hvorunder kemisk med hinanden reagerende gaser forener sig med hinanden opstillet saa G a y-L u s s a c (1808) den vigtige lov, at vegtene av like volum av saavel enkle som sammensatte gaser, d. e. deres tætheter, er proportional med deres empirisk fundne forbindelsesvegter eller h e l e multipla av disse. Overensstemmelse mellem denne lov og Daltons atomhypotese bragte A v o g a d r o (1811) gjennem en vigtig utbygning av den sidste, idet han skjelnet mellem de mindste dele hvorunder et element optrær i en kemisk forbindelse, a t o m e n e, og de mindste dele hvorunder et element eller en forbindelse optrær som saadan, m o l e k y l e n e. Han kunde da opstille den hypotese, at ved samme tryk og temperatur indeholder likestore volum av forskjellige gaser det samme antal molekyler. Avogadro fik derved en metode til at bestemme de relative molekularvegter ved hjælp av gasenes tæthet, i likhet med Daltons til at bestemme de relative atomvegter ut fra forbindelsesvegtene.

Atomlæren slik som den blev fremsat av Dalton, blev fra nu av det merke hvorunder forskerne trængte frem mot naturfænomenene. Atomlæren blev samtidig deres vigtigste middel til at gi alt en enkel forklaring, og den mægtige fremgang den bevirket til forstaaelse og utnyttelse av naturproces-

sene gav den hurtig indpas i alle grener av naturvidenskapen. Den dag i dag staar al naturvidenskap i atomlærens lys.

Op igjennem det 18de og 19de aarh. blev det ene nye element efter det andet paavist. I nutiden har man naadd et antal paa omtrent 90. Ved at undersøke hvordan elementene forbandt sig med hinanden, kom det frem, at et atom av et element evnet at forbinde sig med flere atomer av et andet. Dette førte til valenslæren, som hævder at ethvert elements atomer har en bestemt og begrænset evne til at forene sig med andre elementers atomer. Et element blev derfor betegnet som 1-, 2-, 3- o. s. v. værdig, alt eftersom dets atom evner at forbinde sig med 1, 2, 3 o. s. v. atomer vandstof eller et andet med vandstofatomet ekvivalent atom. Gjennem denne lære fik man et middel til at trænge ind mot en forstaaelse av hvorledes atomene er forbundet i molekylet. I de saakaldte strukturformler dannet man sig en billedlig fremstilling, og ved deres hjælp evnet man at faa et udmerket indblik i stoffenes kemiske egenskaper.

Efterhvert som flere og flere elementer blev paavist, begyndte man ogsaa at se efter om der ikke var en viss likhet i deres egenskaper. Ved at ordne elementene i grupper, f. eks. efter deres valens, viste det sig at de enkelte gruppeled hadde stor likhet med hinanden. Ved saa i hver gruppe at ordne leddene efter deres atomvegt fremgik videre at der hermed fulgte en gradvis forandring av egenskapene hos gruppens led. Ved nærmere undersøkelse viste det sig, at praktisk talt alle kjendte elementer kunde ordnes slik. Valensværdiene saa vel som de fysisk-kemiske egenskaper i det hele viste sig at være periodiske funktioner av atomvegtene. Mendelejeff viste, at alle et elements egenskaper bestemmes gjennem den plads det indtar i et slikt system, og da særlig av pladsens fire nærmeste naboelementer, atomanalogene. Ved at benytte sit »naturlige system« (1873) evnet Mendelejeff ut fra atomanalogenes egenskaper f. eks. at forutsi eksistensen av elementet Germanium samt angi dets atomvegt og vigtigste egenskaper. 13 aar efter opdaget Winkler et element med netop de av Mendelejeff angivne egenskaper.

Gjennem »det naturlige system« kom igjen tanken om et

urstof op. Elementenes egenskaper og disses periodiske avhængighet av atomvegten, slik som systemet tydelig viste det, førte tanken naturlig hen paa én urmaterie som alle elementers ophav. Man evnet bare ikke at studere denne elementenes opbygning med de hjælpemidler, som stod til raadighet.

Like til for faa aar siden stod atomlæren for forskerne bare som en hypotese. Rigtignok en ualmindelig vigtig og frugtbar hypotese; men mange mente at derfor behøvet den slet ikke at stemme overens med de virkelige forhold. Man hadde ikke noget eksperimentelt bevis for at materien var opbygget av slike smaa partikler. I 1908 siger nu W. Ostwald (i forordet til »Grundriss d. allgemeinen Chemie«): »Ich habe mich überzeugt, dass wir seit kurzer Zeit in den Besitz der experimentellen Nachweise für die diskrete oder körnige Natur der Stoffe gelangt sind, welche die Atomhypotese seit Jahrhunderten ja Jahrtausenden vergeblich gesucht hatte«.

Det er de sidste aartiers undersøkelser over den kolloide tilstand av materien, over gasionene, elektronene og over de radioaktive stoffer som har skaffet beviset.

Som vi hørte antok Avogadro, at ved ens temperatur og tryk indeholder samme volum av enhver gas likemange molekyler. Et grammolekyl, d. e. det antal gram som molekylvegten angir, av hvilkensomhelst gas indtar 22410 cc. Antallet av molekyler i et grammolekyl skulde derfor være det samme for alle gaser. Dette antal er i de sidste aar blit bestemt paa en række helt forskjellige maater, som alle har git samme resultat, nemlig tallet 6×10^{23}, Avogadros konstant. Hvor vældig dette tal er, m. a. o. hvor ørsmaa atomene virkelig er, vil følgende billede gi Dem et begrep om: Hvis vi, sier Bjerrum, var istand til at fjerne 100,000 atomer hvert sekund fra en vanddraape, saa maatte vi ha begyndt for 1500 millioner aar siden, hvis hele draapen nu skulde være fjernet.

Avogadros konstant gjør det mulig at bestemme atomers og molekylers absolutte vegt meget let ved at dividere et gramatom (-molekyl) av vedkommende forbindelse med tallet 6×10^{23}. De bestemmelser som førte til Avogadros konstant (tallet 6×10^{23}) er som man forstaar av stor vigtighet for al naturvidenskap. Fænomener, som ligger til grund for bestemmelserne er som ovenfor nævnt 1: de Brownske bevæ-

gelser, 2: ionenes og elektronenes elektriske enhetsladning, 3: radioaktiviteten. Der er nu ingen tvil længer om atomenes virkelige eksistens.

Vi skal se, hvorledes studiet av de nævnte fænomener bragte for dagen en række overraskende kjendsgjerninger, kjendsgjerninger som har git os en helt ny opfatning av elementenes natur.

I aaret 1827 fandt botanikeren Brown at plantepollen suspendert i vand er i stadig sitrende bevægelse. Dette er et almindelig fænomen (Brownske bevægelse) for partikler av tilstrækkelig litenhet. Partikler med tversnit større end 4 μ (μ = $^1/_{1000}$ mm.) viser ikke denne bevægelse. Men med tversnit paa 1 μ viser de forskyvninger pr. sek. av 1 μ, og er tversnittet saa litet som 10—50 $\mu\mu$[1]), har partiklen alt en hastighet av over 100 μ pr. sek. Dette kan man se i ultramikroskopet (Siedentopf og Zsigmondy, 1903). Bevægelserne minder om de bevægelser molekylene skulde utføre efter den kinetiske gasteori, og selv om de smaa partikler ikke besidder en slik egenbevægelse, som den der iagttas, kan man da anta — i overensstemmelse med teorien — at bevægelserne fremkaldes ved støt fra de omgivende molekyler av opløsningsmidlet. Ved indgaaende undersøkelser (Einstein, v. Smoluchowski, Perrin) viste det sig at være fuld overensstemmelse mellem bevægelsen av disse smaapartikler, som vi kan baade se og maale, og den man skulde vente efter den kinetiske gasteori og mekaniske varmeteori, som bygger paa atomhypotesen. Perrin fandt gjennem maalinger av den sitrende bevægelse at der maa være omtrent 7.10^{23} molekyler i et grammolekyl.

Læren om elektronene og de radioaktive stoffer har nu især aapnet os vei til at trænge dypt ind i forstaaelsen av alle stoffers, ja selve atomenes, opbygning.

I 1879 kom Helmholtz til den anskuelse at elektriciteten har en atomistisk struktur. Ved at studere de fænomener som foregik, naar man ledet elektriciteten gjennem en elektrolyt (en vandig opløsning av en syre, base eller salt) blev man nemlig tvungen til at anta, at denne indeholdt elektrisk ladede atomer eller atomgrupper, de saakaldte ioner.

---

[1]) 1 $\mu\mu$ = $^1/_{1000}$ μ.

De love man fandt for elektrolysen viste nu, at ethvert ion førte en viss elektricitetsmængde som var enten lik eller et helt multiplum av den vandstofionet førte. Denne saakaldte enhetsladning for det elektrolytiske ion blev bestemt til at være ca. $10^{\div 19}$ coulomb, og Helmholtz ansaa denne mængde som det mindst mulige kvantum, hvorunder elektriciteten kan optræ.

I slutten av forrige aarhundrede begyndte man ogsaa at undersøke den elektriske ledningsevne hos gaser. Dette forskningsomraade samlet hurtig stor interesse, for her kom en række merkværdigheter for dagen, særlig ved undersøkelser under meget lavt gastryk. I utladningsrør med et tryk av nogen tusendels mm. kviksølv optrær »straaler« som utsendes fra katoden, katode»straalerne«. Man har paavist, at disse bestaar av negativ ladede ørsmaa partikler, som kan opnaa en hastighet av $10^{10}\ \frac{\text{cm.}}{\text{sek.}}$ (d. e. en hastighet = $^1/_3$ av lysets, $3.10^{10}\ \frac{\text{cm.}}{\text{sek.}}$). Forholdet mellem den elektriske ladning paa en slik partikel og dens masse viste sig at være uforandret, selv om saavel katodematerialet som gasen i utladningsrøret blev vekslet. Man antok derfor, at disse negativ ladede partikler indgaar som bestanddele i alle atomer, men løsrives gjennem en slik elektrisk utladning. De fik navnet elektroner. Elektronavspaltningen kan da tydes som en nedbrytning av elementenes atomer til den urmaterie, hvorav de er opbygget. At elementenes atomer indeholder elektroner paaviste Zeemann: For at forklare de linjespektra, som flere elementer gir, antok man at atomets bevægelser frembringer de lyssvingninger som fremkalder spektrallinjerne. Da nu visse elementer har et overmaate sammensat linjespektrum skulde dette tyde paa meget kompliserte bevægelser av atomet. En enkel forestilling herom fik man ved at anta atomet opbygget av mindre partikler, elektroner, som gjennem sine forskjellige bevægelser i atomkomplekset fremkalder de forskjellige linjer i linjespektret. Zeeman viste nu at de lyssvingninger, som bevirker spektrallinjerne, kan spaltes i flere komponenter i det magnetiske felt. Den eneste forklaring herpaa er, at atomet maa indeholde elektrisk ladede partikler.

Det merkelige er nu, at den elektriske ladning elektronet fører, ikke bare er den mindste man nogensinde har iagttat

men netop lik enhetsladningen for det elektrolytiske ion, ca. $10^{\div 19}$ coulomb. Enhetsladningen er blit bestemt gjennem en række helt forskjellige metoder. Særlig paalidelig ansees Millikans bestemmelser at være. Ved hjælp av enhetsladningen har man da beregnet antallet av atomer i et gramatom, idet man vet at ved elektrolyse skal der 96540 coulomb til for at frigjøre 1 gram-atom. Antal atomer pr. gram-atom blir da

$$= \frac{96540}{\text{ca. } 10^{\div 19}} = \text{ca. } 9.10^{23}.$$

Det har lykkedes at bestemme elektronets masse. Den er bare $^1/_{1800}$ av vandstofatomets. Selve det eksperimentelle bevis for elektronets eksistens som saadant, hviler paa dets kondensationsevne overfor vanddamp. Wilson (1900) viste, at denne evne er en specifik virkning hos elektriske gasioner. Herunder optrær elektronet, med sin sterke negative ladning som kondensationskjerne. Merkelig er den paavisning, at elektronets masse er avhængig av dets hastighet. Da man videre gjennem en række, bl. a. induktions-forsøk fandt, at de elektriske fænomener forløper som om elektriciteten har en viss masse og besidder træghet, førte dette til den nu av mange forskere støttede hypotese, at den ponderable (mekaniske) masse er av elektrodynamisk karakter. Derved blir elektronene at opfatte som bestaaende av ene og alene en elektrisk enhetsladning, begrænset til et visst rum. Al materie lar sig jo, som Ostwald fremhæver, i bedste fald bare bestemme gjennem de former av energi, som forekommer i et begrænset rum. Efter den nævnte hypotese er enhver energiform av elektrisk natur, og rumbegrænsede elektriske ladninger blir da den urmaterie, hvorav alt er opbygget.

Denne opfatning faar sterk støtte i de resultater man er kommet til ved undersøkelser av de radioaktive stoffer. Disse begyndte da Becquerel (1896) fandt, at uransalte utsender straaler som virker paa den fotografiske plate. Senere undersøkelser bragte saa for dagen en række sjelden merkværdige egenskaper (radioaktivitet) hos visse elementer. De elementer som viser radioaktivitet har alle en atomvegt større end 200, idet den radioaktive grænse synes at ligge ved bly

og thallium. Fælles for dem er at deres atomer ikke er uforanderlige; de er underkastet en spontan transformation (Rutherford). Denne transformation, atomeksplosion, ledsages av en energiutvikling, som er bundet til atomet selv, men som først frigjøres, idet atomet forandres. Transformationen foregaar efter samme lov: Den mængde atomer som eksploderer i tidsenheten er altid en bestemt brøkdel av den mængde atomer som er tilstede. Hastigheten er med andre ord konstant, og viste sig like til fornylig upaavirket av ethvert menneskelig indgrep. Den energi, som kommer tilsyne naar atomene eksploderer karakteriseres som α-, β- og γ-straaler; α-»straalene« er positiv ladede partikler med samme egenskaper som de positive gasioner. Rutherford førte bevis for at α-partiklen bestaar av et heliumatom som har mistet to elektroner, d. e. er en heliumkjerne med positiv ladning lik to enhetsladninger. Den utslynges med en hastighet av ca. $10^9 \frac{\text{cm.}}{\text{sek.}}$. β-»straalene« viser samme egenskap som katodestraalene, d. e. de er negativ ladede partikler, elektroner, hvis hastighet naar op mot lysets. γ-straalene ligner røntgenstraalene som opstaar, naar katodestraaler støter mot en hindring. Det viser sig ogsaa at γ-straaler optrær bare hos de radioaktive stoffer, som utsender β-straaler. Av v. Laues undersøkelser fremgik at røntgenstraaler, som passerer et krystalgitter, viser interferens, d. e. de er av natur elektromagnetiske bølgebevægelser. Ved at undersøke disse avspaltninger hos de radioaktive stoffer, kom Rutherford til den slutning, at sandsynligvis er alle elementers atomer opbygget av vandstofatomer, heliumatomer og elektroner. Nu menes heliumatomet at være opbygget av vandstofatomer og elektroner. Det positiv ladede vandstofatom og det negativ ladede elektron blir da de to urelementer.

Atomeksplosionen hos de radioaktive stoffer ledsages av sterk varmeutvikling. Denne fremkaldes derved, at de utslyngede partikler og da særlig α-partiklene støter mot de luftmolekyler som omgir det radioaktive stof. Disse sættes derved i sterk bevægelse, som tilkjendegir sig for os som varme. Radiumsalte har saaledes altid en noget høiere temperatur end sine omgivelser. Ved eksplosion av 1 gram radium frigjøres 10^9 gr.-kalorier. Ved fremstilling av 1 gr.

vand av vandstof og surstof utvikles 4.10^3 gr.-kal. Den første proces utvikler altsaa omtrent 250 000 ganger saa meget varme. Dette eksempel gir et begrep om hvor vældige de energimængder er, som frigjøres av disse eiendommelige stoffer, og man forstaar at forskerne i dem fik et farlig vaaben til at angripe andre stoffers molekyler og atomer med.

Av de radioaktive elementer utsender endel bare α-straaler, endel bare β- og γ-straaler, andre saavel α- som β- og γ-straaler. De radioaktive elementer kan da gjennem sin spontane nedbrytning omformes paa to maater. For det første: utslynger elementets atomer en α-partikkel d. e. et atom helium som har atomvegten 4, saa avtar det dannede elements atomvegt med fire enheter. Og da α-partiklen fører med sig to positive enhetsladninger, nedsættes atomets positive valens med to enheter. For det andet: utslynger elementets atomer en β-partikkel, d. e. en elektron, saa blir her fraspaltet en negativ enhetsladning, hvorved det dannede elements positive valens tiltar med en enhet. Atomvegten forblir praktisk talt uforandret, da en elektron bare har en masse lik $^1/_{1800}$ av vandstofatomets, som er 1.

Fajans og Soddy har vist hvordan slike processer bevirker, at de radioaktive elementer som dannes forskyves til bestemte pladser i elementenes »naturlige system«. Derved kommer nu mange av de radioaktive elementer til at havne paa samme plads i systemet. F. eks. indtar Radium-B, -D, -G, Thorium -B og -E samme plads som bly. Det viste sig at alle disse elementer stemmer slik overens i sine kemiske egenskaper, at det er umulig at skille dem fra hinanden naar de først er blandet sammen. En slik gruppe elementer kaldes en pleiade, og de enkelte elementer i pleiaden siges at være isotope. Kemisk set er disse elementer identiske. Men deres atomvegter er alle forskjellige. De radioaktive »elementer« man paaviser i visse mineraler er derfor sandsynligvis en blanding av slike kemisk identiske elementer med forskjellige atomvegter. Saafremt nu f. eks. »bly« fra forskjellige radioaktive mineraler undersøkes meget nøiagtig m. h. p. sin atomvegt skulde der da være mulighet for at finde en uoverensstemmelse mellem de forskjellige bestemmelser, idet man maa anta at i de forskjel-

lige mineraler er ikke alle »bly«-isotoper tilstede i samme forhold. Meget nøiagtige analyser (Hönigschmidt, Richard) viser at saa virkelig er tilfælde. Endvidere har studiet av de radioaktive elementer som opstaar gjennem bare elektronavspaltning vist, at selv om det nydannede element praktisk talt har samme atomvegt som moderelementet, er allikevel de kemiske egenskaper helt forskjellige. Efter dette kan da et elements egenskaper neppe være en periodisk funktion av atomvegten, slik som Mendelejeff trodde.

Disse eiendommelige resultater gjorde det nødvendig at opta Boyles elementbegrep til revision. Skal radioaktive elementer, som eksploderer og gaar over i andre elementer, og skal isotoper, d. e. kemisk identiske elementer med forskjellig atomvegt fremdeles ansees som elementer? Fajans besvarer dette med ja, idet han gir følgende definition: Et kemisk element er det stof som hverken ved fysiske eller kemiske indgrep kan spaltes i enklere bestanddele eller er fundet at være en blanding av flere stoffer. Hvor længe denne definition faar lov at staa, maa tiden vise. Rutherfords seneste undersøkelser, som vil bli nævnt nedenfor, gjør vistnok en revision av Fajans definition paakrævet.

Av det foregaaende fremgaar klart, at de elektriske tilstande i selve atomet er av stor betydning for alle dets egenskaper. Elektroner kan fraspaltes enten spontant eller gjennem bestraaling med ultraviolet lys eller gj. elektrisk utladning. Derved fjernes negative ladninger. Tiltrods for disse negative ladninger viser atomet sig nøitralt utad. Elektronladningen maa derfor paa en eller anden maate nøitraliseres i atomsystemet. Dette sker ikke gjennem positive elektroner, for man har aldrig kunnet paavise en mindre positiv ladet masse end vandstofatomets. Paa grund av at negative og positive elektricitetsladninger findes i et saa ørlitet rum som det et atom indtar, maa der her findes elektriske felter av meget stor styrke, hvilket gjør at det blir overmaade vanskelig at trænge ind i et atoms indre. Rutherford klarte det dog ved at benytte α-partiklen som projektil. Det viste sig, at naar elektriske partikler, slik som α-partiklene, farer ind i det stof som omgir den radioaktive substans, kan den enkelte partikkels retning pludselig bli en anden. Det lykkedes

nemlig Wilson at fastslaa den vei de enkelte α-partikler tar ved at fotografere de fine vanddraaper, som kondenseres efterhvert som de farer frem. Ved at studere de avbøininger som finder sted har saa Rutherford fundet visse love, som førte ham til at opstille en teori for atomenes indre bygning. Denne er i den seneste tid blit videre utarbeidet, særlig av Bohr og Sommerfeld.

Rutherford lærer at atomet bestaar av en positiv ladet kjerne, som indeholder praktisk talt al atomets masse. Omkring denne kredser elektroner i koncentriske ringformige baner. Her holdes de gjennem kjernens tiltrækning, og summen av elektronenes negative ladninger er numerisk lik kjernens. F. eks.: vandstofatomet har kjerneladningen én og en elektron, heliumatomet har kjerneladningen to og to elektroner. Eksperimentelle undersøkelser viser, at kjernen maa ha en radius paa omtrent $10^{\div 12}$ cm., og den ytterste elektronbane er paa omtrent $10^{\div 8}$ cm. Denne Rutherfords atombygning fører uvilkaarlig tanken mot verdensrummets solsystemer. Kjerne svarer til sol og elektroner til planeter. I det store som i det smaa skulde da samme grundfænomen gjøre sig gjældende.

De forskjellige elementer har forskjellig positiv ladning paa sin kjerne. Vandstofkjernen fører den mindste. De øvrige elementers kjerneladninger — og dermed antal av elektroner — stiger med atomvegten, men er altid et helt multiplum av vandstofkjernens. Da nu elektronantallet stiger stadig med atomvegten, har man for at forklare periodiciteten i de fysisk-kemiske egenskaper, slik som den fremgaar av det periodiske system, sat denne i forbindelse med de baner elektronene kredser i og det antal elektroner som kredser i hver av dem: For hver ny række i det periodiske system økes elektronenes baner med én, og antallet av elektroner i den ytterste bane bestemmer valensen. Gjennem denne antagelse forklares alle de iagttagelser man har gjort. Allerbedst gjør de det dog, naar man i det periodiske system indfører atomnummeret istedenfor atomvegten som den faktor, hvorav elementenes egenskaper i første linje avhænger. Atomnummeret angir det nummer et element har i systemet, uttrykt ved talrækkens tal, idet vandstof har nr. 1. Helium faar da

nr. 2 o. s. v. Atomnummeret angir samtidig antallet av positive enhetsladninger paa vedkommende elements atomkjerne, og likeledes antal elektroner i atomet. Elementenes egenskaper er altsaa periodiske funktioner av atomnummeret. Denne opfatning er blit sterkt underbygget av de sjelden interessante resultater Moseley kom til ved sine undersøkelser over elementenes røntgenspektra.

Et elements egenskaper skyldes da kjerneladningen og de elektroner som kredser rundt kjernen. Kjernen betinger masse og radioaktivitet, elektronsystemet alle øvrige fysisk-kemiske egenskaper. Kjernene er saa stabile, at menneskelige indgrep hittil ikke har kunnet forandre dem. Det er jo de som betinger elementenes evne til at motstaa ethvert ytre angrep. Elektronene i de ytre ringer om kjernen viser sig derimot mer angripbare.

Hos de radioaktive stoffer har vi nu kjerner som sprænges rent spontant. Som før nævnt er slike kjerneeksplosioner ledsaget av vældig energifrigjørelse; men intet menneskelig indgrep evnet hittil at forandre forløpet av disse radioaktive processer. Nu kunde det jo tænkes at ved at bombardere visse elementers atomer med α-partikler fra et radioaktivt stof, kunde kanske elementets atomkjerne træffes og bli sprængt, m. a. o. man kunde opnaa at en transmutation lykkedes. Der er foretat flere forsøk paa transmutation gjennem bombardement med α-partikler. Saaledes forsøkte Ramsay det gjentagne ganger, og trodde selv det var lykkedes ham; men altid kunde man gjennem kritiske forsøk paavise at han hadde tat feil. De sidste aars resultater bragte derfor troen paa muligheten av transmutationer til at synke. Nu fremkom ifjor sommer i Philosophical Magazine en meddelelse av Rutherford, som hvis den bekræftes av kritiske forsøk, viser at det virkelig er lykkedes ham at fremkalde en transmutation. Ved at bombardere vandstofgas med α-partikler fandt han at der opstod, forøvrig i overmaade smaa mængder, en ny slags straaler, endda mere gjennemtrængende end α-straalene. Disse »straaler« var vandstofatomer i vældig fart, for Rutherford paaviste samme masse og elektriske ladning her som hos vandstofkjernen. For hver 100,000 α-partikler, som fôr gjennem vandstofgasens atomer opstod bare

én slik ny partikkel, hvilket viser at det var meget sjelden α-partiklene traf kjernen i et vandstofatom, og derved fremkaldte de nye straaler. Ved at bombardere kvælstofgas med α-partikler paa lignende maate fandt Rutherford at der ogsaa her blev dannet nye straaler. De viste sig fuldstændig lik de der opstod i vandstofgasen. Deres fremkomst viser, at α-partikler har truffet kvælstofatomets kjerne og herfra sprængt løs vandstofkjerner. Dermed er den antagelse, at kvælstofkjernen bestaar av 3 heliumkjerner og to vandstofkjerner, delvis blit bekræftet. »Utbyttet« av vandstof ved bombardementet var imidlertid uhyre litet. Dette har ingen indflydelse paa det betydningsfulde ved forsøket, at Rutherford har evnet at utføre en transmutation.

Den korte oversigt som her er git har forhaabentlig vist Dem, at de sidste aartier har bragt for dagen en hel række nye og overraskende kjendsgjerninger. Disse har git grundlag for en række ideer og hypoteser, som har gjort det nødvendig at opta de mest fundamentale kemiske begreper til revision. Vor opfatning av elementene og deres natur, av atomer og molekyler er nu en ganske anden end før. Dette medfører dog ikke at alt hvad forskningen hittil har bragt for dagen, maa tages op til revision. Det er vort syn paa det som ligger til grund for alt som sker, som hovedsagelig maa bli et andet. Og heldigvis synes dette at bli et i høi grad forenklet syn. Al forskning gaar jo ut paa at lære at forstaa det som sker her i verden ut fra saa faa og enkle grundfænomener som mulig. Og netop til dette har de sidste tiders merkelige resultater av undersøkelser over radioaktivitet, gasioner og elektricitet hjulpet os mægtig paa vei.

Spitsbergens klima.

Av **B. J. Birkeland.**

Det brukbare materiale er endnu svært knapt. Den eneste permanente meteorologiske station paa Spitsbergen er den norske traadløse telegrafstation i Green Harbour ved Isfjor-

dens munding. Observationene begyndte i december 1912 og omfatter altsaa nu ca. 7 aar. Stationen har hat de vanlige instrumenter, som brukes her i landet, og desforuten ogsaa barograf og termograf, som registrerer lufttryk og lufttemperatur kontinuerlig. Den følgende tabel indeholder middeltal for hele observationsrækken. (Tabel I).

For at begynde med lufttrykket, saa er det i aarsmiddel: 758 mm., en forholdsvis høi værdi, høiere end overalt i det nordenfjeldske Norge. For mai faaes et middeltal paa 762.8 mm., som er saa høit, at der ikke findes noget tilsvarende til det her i landet. Lufttrykket holder sig paa ca. 760 mm. til august, saa gaar det ned i 755—756 og holder sig der i tiden oktober—februar; ogsaa disse tal er litt høiere end de tilsvarende paa Tromsø—Finmarkskysten. Laveste maanedsmiddel har november med 754.8. Forskjellen mellem høiest og lavest er 8.0 mm., omtrent som paa Finmarkskysten. Den absolut høieste avlæsning paa barometret er 778.8, den laveste 719.6, forskjel 59.2; men disse tal er kun foreløbige og vil antagelig forandres 5 à 10 mm. i fremtiden. Tidligere er iagttat 784 og 709 mm., men ikke paa samme sted. Forskjellen (»den absolute foranderlighet«) synes dog at være noget mindre end i Norge, hvor vi har over 90 mm. Den hovedsagelige interesse ved disse tal ligger i at vindforholdene er avhængig av lufttrykfordelingen.

Det mest interessante meteorologiske element er imidlertid luftens temperatur, som vi nu skal se litt nærmere paa. Aarsmidlet, — 9.7 grader, er noget lavere end tidligere[1]) antat for Spitsbergen. Ved nærmere undersøkelse viser det sig, at vintermaanedernes temperatur er nogen grader lavere end før; den aarlige amplitude blir 26.7 gr., mens man tidligere anslog den til ca. 20 gr.

Temperaturen er høiest i slutten av juli, lavest i februar. Hvis man avsætter maanedstemperaturene paa millimeterpapir og trækker en kurve gjennem punktene, kan man av kurven utta de følgende data; men man maa derved erindre, at kurven er baseret paa maanedsmidler, ikke dagsmidler,

---

[1]) H. Mohn: The Norwegian Polar-Expedition 1893—96 N. 17. Meteorology. Pl. X—XX. (1904).

Tabel I.

Telegrafstationen, Isfjorden.

$\varphi = 78° 2', \lambda = 14° 14' H = 7.0$ m.

Maaned	Sandt lufttryk v. h. o. mm.	Lufttemperatur C. Middel	Lufttemperatur C. Høiest	Lufttemperatur C. Lavest	Fugtighet Absolut mm.	Fugtighet Relativ %	Skydække middel	Nedbørhøide mm.	Antal dage med Regn	Nedbør	Sne	Hagl	Taake	Klart	Overskyet	Nordlys	Storm	Frost	Vindhyppighet % N	NO	O	SO	S	SV	V	NV	Stille	Vindstyrke 0—6
Januar . .	755.7	— 21.5	3.1	— 45.7	1.2	82.3	5.2	33	1.2	13	13	—	0.2	9	10	3.5	1.0	31	7	2	4	17	17	1	2	7	43	0.8
Februar .	56.5	— 22.4	2.6	— 45.8	0.9	81.5	4.8	28	0.7	10	10	—	0.7	9	9	2.5	0.7	28	6	3	4	21	18	3	2	4	39	0.8
Mars	58.8	— 21.0	1.5	— 49.2	1.0	81.2	5.1	23	0.3	13	13	—	0.2	10	10	0.5	1.3	31	8	3	4	21	21	2	1	5	35	0.9
April . . .	57.6	— 14.7	3.8	— 42.8	1.6	77.2	5.3	18	0.8	10	9	—	0.2	8	10	—	0.5	29	10	7	8	20	15	1	1	8	30	1.0
Mai	62.8	— 6.2	4.6	— 26.1	2.4	75.7	5.5	6	1.0	7	6	—	0.5	8	11	—	0.2	30	9	7	4	14	15	1	2	9	39	0.8
Juni.	59.7	1.6	7.5	— 10.8	4.3	82.2	6.9	10	4.3	9	7	0.2	3.3	4	16	—	0.3	18	12	4	2	14	10	3	3	11	41	0.9
Juli	59.9	4.3	12.2	— 1.8	5.3	84.0	7.1	26	6.8	9	2	—	4.3	4	17	—	—	2	21	4	2	8	13	4	6	19	23	1.2
August . .	60.3	3.6	10.1	— 5.9	5.2	85.8	7.1	22	7.8	9	2	—	3.5	3	16	—	0.3	6	20	6	1	10	14	8	5	16	20	1.2
Septbr. . .	57.4	— 1.0	7.7	— 14.6	3.7	83.0	7.1	22	3.5	10	8	—	1.2	3	14	—	0.5	24	14	8	3	14	21	4	4	12	20	1.3
Oktober .	56.6	— 6.9	4.7	— 29.1	2.5	81.5	7.0	37	3.3	16	13	0.2	0.8	3	16	1.5	1.8	30	12	7	7	17	21	4	3	9	20	1.6
Novbr. . . .	54.8	— 14.4	2.0	— 37.7	1.6	81.3	5.7	27	0.3	14	14	—	0.0	7	11	2.7	0.7	30	8	10	9	19	20	1	1	3	29	1.2
Decbr. . . .	56.3	— 17.6	3.8	— 40.8	1.3	82.7	5.2	35	0.5	12	11	0.2	0.0	8	8	2.7	1.2	31	4	6	8	19	19	2	2	4	36	1.2
Aaret . . .	758.2	— 9.7	12.2	— 49.2	2.6	81.7	6.0	287	30.7	132	108	0.6	14.7	76	148	13.3	8.5	290	11	6	5	16	17	3	2	9	31	1.1

det vil si: hvert punkt i kurven repræsenterer middeltemperaturen for de nærmeste 30 dage. Temperaturen er under — 20 gr. fra 3dje januar til 23de mars, mens man tidligere ikke har anset det for sandsynlig, at selv den koldeste maaned skulde naa ned i — 20 gr. Fra 10de juni til 10de september er normaltemperaturen over frysepunktet; den øvrige del av aaret, 272 dage, har kuldegrader. Til sammenligning har Koutokeino 218 dage med kuldegrader, Karasjok 209, Sydvaranger og Hjerkinn 200, mens Norges vestkyst fra Lindesnes til Trondhjemsfjordens munding ingen har.

Hvis man tæller op, hvor ofte minimumtermometret har gaat ned under 0 gr. (o: antal dage med frost), faar man i middel for aaret 290 dage. Koutokeino har bare 243. Den absolut høieste temperaturavlæsning er 12.2 gr., den laveste minimumsavlæsning — 49.2 gr. Forskjellen utgjør 61.4 gr. omtrent som paa Østlandet i Norge.

I juli er der mindre end 2 frostdage, i august 5.5, disse maaneder repræsenterer altsaa sommer paa Spitsbergen, med en gjennemsnitstemperatur paa ca. 4 gr. Termometret kan rimeligvis en gang imellem naa helt op i 15 grader, men det sker ikke hvert aar.

Luftens fugtighetsgrad holder sig mellem 81 og 86 procent hele aaret undtagen i vaarmaanederne april og mai, da den er nede i 76—77 pct. Temperaturstigningen om vaaren foregaar altsaa forholdsvis meget raskere end tilveksten i luftens dampgehalt (den »absolute« fugtighet), rimeligvis paa grund av kondensation paa de sterkt avkjølede snemarker.

Skydækket er forholdsvis stort fra juni til oktober (ca. 7), ellers noksaa lavt. Gjennemsnitlig er $^{6}/_{10}$ av himmelen dækket av skyer, omtrent som her sydpaa. Antallet av klare dage, da skyerne dækker mindre end ¼ av himmelen, er 76, et paafaldende stort tal; Kristiania f. eks. har bare 53. Klarveiret er hyppigst i den koldeste aarstid, januar—mars, med 9 dage om maaneden, sjeldnest i tiden juni—oktober, som har 3 dage pr. maaned. Antallet av overskyede dage, (da mere end ¾ av himmelen er dækket av skyer) er 148, hvilket er adskillig mindre end i Tromsø—Finmarken. Det er især vintermaanedernes tal, som er lave.

Nedbørhøiden for aaret er blit 287 mm.; men dette er vistnok noget for lavt, da det er saa vanskelig at maale nedbøren i polaregnene, hvor det meste falder som sne, hyppig foksne. Der er steder i Norge, som har mindre nedbørhøide, f. eks. Hjerkinn med 275 mm., Lesje 285, Ulstad i Lom 271 og Austinn i Skiaaker 254. Paa Spitsbergen falder størstedelen av nedbøren i maanederne oktober—februar, mindst er der i mai og juni. Antal dage med nedbør er 132; herav er kun 31 dage med regn, men 108 med sne; mangesteds i Finmarken er der forhold av lignende art, om end regndagenes antal er større, som rimelig kan være. Hagl er meget sjelden. Tordenveir forekommer ikke. Taake har man hver 8de dag i maanederne juni—august, hvilket maa kaldes forholdsvis moderat; ellers i aaret er der næsten ikke taake. Nordlys er ikke paa langt nær saa hyppig som hos os.

Vindforholdene er noksaa oversigtlige. I vinterhalvaaret er SSO den fremherskende vindretning; den omfatter 35—40 pct. av samtlige observationer i denne tid. Utover vaaren blir NNV stadig hyppigere, og i sommermaanederne juli—august er den helt dominerende med henimot 40 pct. av alle observationer; men allerede i september er SSO igjen overlegen. Den midlere vindstyrke er svært liten; størst er den i oktober, mindst i januar—februar samt i mai, idet der i april optrær et sekundært maksimum. Tilsvarende forhold kommer ogsaa tydelig frem i antallet av vindstille i de forskjellige maaneder; det er størst i januar og juni, mindst i april og oktober. Antal dage med storm er kun 8.5, omtrent som i Tromsø; stationen ligger aabenbart godt beskyttet mot vind. Stormene er hyppigst i oktober og mars, sjeldnest i juli, som hittil ikke har hat nogen. De hyppigste stormretninger er S og SO med tilsammen 58 pct. av alle iagttagne storme, dernæst NO med 15 pct. Alt dette gjælder telegrafstationen i Green Harbour; det kan hænde, at vindforholdene her er noget særegne; navnlig synes SSO, som optrær saa hyppig om vinteren, at være sno ned gjennem Green-Harbourdalen og derfor at anse som helt lokal. Paa Akseløen (i Bellsund) og i Østspitsbergen er NO den hyppigste vind hele aaret igjennem, og antallet av dage med storm er ganske betydelig.

Foruten telegrafstationen har vi endel andre meteorologiske stationer paa Spitsbergen, hvor observationene er utført av for det meste norske overvintringsekspeditioner, som opholder sig der for jagtens skyld. Disse iagttagelser er ikke sammenhængende, da der kan gaa et par aar hen indtil næste

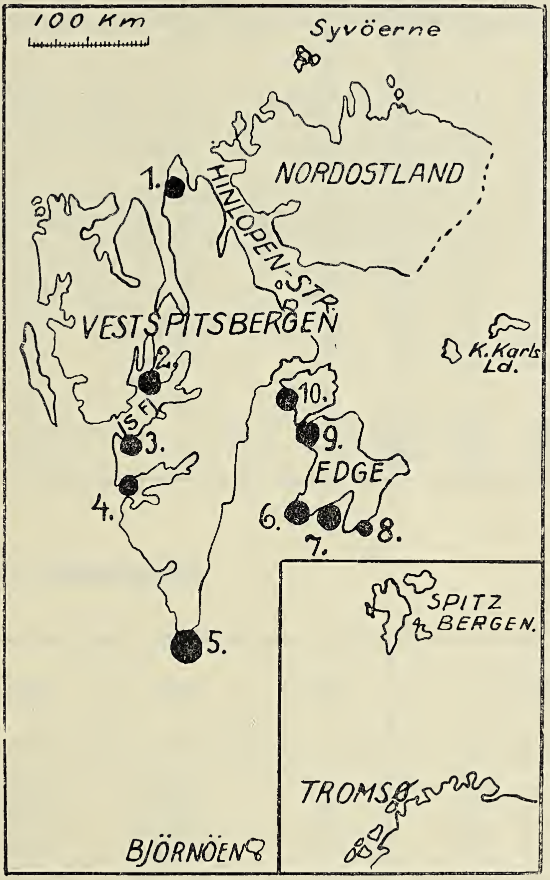


Fig. 1. Meteorologiske observationer (smlgn. s. 287).

overvintring paa samme sted. Av disse stationer er de vigtigste: A k s e l ø, i Bellsund (den store fjord søndenfor Isfjorden), hvor familien Hagerup har observeret i 5 aar. S t o r ø e n ved Sydkap, hvor Petter Throndsen har overvintret i 3 aar; desuten har han været et par aar paa Zieglerøen i Deeviebai samt et aar paa Halvmaaneøen, begge ved sydkysten av Edgeøen (Østspitsbergen). Paa H v a l f i s k p y n-

Maanedsmidler av

Maaned	Mosselbai 1872—73	Treurenberg bai 1899—1900	Kap Thordsen 1872—73	Kap Thordsen 1882—83	Akselø (Bellsund) 1898—99	Akselø (Bellsund) 1900—01	Akselø (Bellsund) 1902—03	Akselø (Bellsund) 1904—05	Akselø (Bellsund) 1910—11
August	1.8	2.1	—	—	—	—	—	—	—
September	— 6.6	0.3	—	— 1.4	3.9	— 0.2	— 1.8	0.5	— 1.7
Oktober	— 12.7	— 10.5	(—9.5)	— 3.5	— 3.2	— 4.6	— 5.6	— 2.9	— 8.1
November	— 8.1	— 13.9	— 7.3	— 8.6	— 8.6	— 11.0	— 9.7	— 14.6	— 16.3
December	— 14.4	— 11.9	— 14.0	— 18.5	— 14.2	— 15.9	— 12.3	— 19.7	— 14.8
Januar	— 9.9	— 8.5	— 9.8	— 16.0	— 14.2	— 10.0	— 14.9	— 21.1	— 9.8
Februar	— 22.7	— 22.6	— 19.0	— 8.5	— 20.0	— 26.0	— 19.2	— 21.0	— 19.4
Mars	— 17.6	— 27.0	— 14.3	— 16.7	— 23.7	— 17.4	— 14.1	— 14.9	— 11.0
April	— 18.1	— 16.5	—	— 6.9	— 16.6	— 12.0	— 11.5	— 10.8	— 9.9
Mai	— 8.3	— 9.6	—	— 5.1	— 6.7	— 5.9	— 4.1	— 3.6	— 2.2
Juni	1.1	— 1.1	—	1.8	2.7	2.0	0.8	2.6	—
Juli	4.6	1.2	—	4.4	6.7	—	—	—	—
August	2.9	(5.3)	—	4.6	—	—	—	—	—
September	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nordlig bredde	79° 53′	79° 55′	78° 28′		77° 42′				77° 43′
Østlig længde	16° 4′	16° 51′	15° 43′		14° 50′				14° 10′

Maanedsmidler av temperatur.

Bredde: 78° 2′,

Maaned	1911	1912	1913	1914
Januar	—	— 24.5	— 15.8	— 21.8
Februar	—	— 26.4	— 20.8	— 24.0
Mars	—	— 21.9	— 17.8	— 19.9
April	—	— 19.7	— 9.7	— 10.5
Mai	—	— 6.0	— 5.2	— 5.2
Juni	—	1.9	0.2	1.8
Juli	—	4.1	4.6	4.9
August	—	2.6	5.2	4.8
September	—	— 2.8	0.7	— 0.9
Oktober	—	— 8.7	— 8.6	— 4.6
November	—	— 13.0	— 7.8	— 13.3
December	— 14.4	— 12.5	— 13.2	— 17.9
Aar	—	— 10.7	— 7.4	— 8.9

temperatur. Spitsbergen.

Storø (Sydkap)			Hvalfiskpynt				Ziegler ø	Halvmaaneø	Kap Lee	Andersons ø	Adventbai
1908—09	1911—12	1914—15	1894—95	1904—05	1906—07	1908—09	1904—05	1906—07	1904—05	1894—95	1916—17
—	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.8	0.4	— 0.6	— 1.3	—	—	—	—	—	— 0.9	— 3.0	—
— 3.3	— 7.0	— 3.1	— 11.9	—	—	—(5.9)	— 5.1	— 4.5	— 5.4	— 13.4	—
— 11.3	— 8.3	— 11.6	— 11.9	— 16.6	— 7.8	— 12.1	— 19.1	— 8.9	— 17.2	— 11.4	— 17.8
— 11.6	— 11.0	— 14.9	— 23.2	— 20.0	— 16.1	— 12.2	— 22.0	— 18.0	— 20.3	— 23.0	— 18.6
— 9.5	— 17.7	— 12.8	— 18.6	— 20.7	— 11.8	— 10.2	— 23.6	— 13.1	— 21.9	— 20.5	— 22.6
— 17.5	— 22.0	— 17.5	— 25.9	— 20.2	— 14.7	— 20.2	— 21.1	— 14.6	— 19.8	— 25.0	— 26.1
— 19.7	— 18.1	— 18.5	— 20.9	— 14.6	— 12.4	— 21.6	— 17.1	— 15.6	— 15.9	— 24.0	— 24.7
— 9.6	— 13.8	— 7.8	— 13.7	— 9.6	— 9.0	— 10.8	— 11.1	— 11.4	— 10.3	— 15.9	— 21.6
— 5.0	— 4.5	— 6.5	— 2.8	— 3.6	— 6.9	— 6.9	— 4.5	— 8.0	— 4.3	— 4.0	— 8.8
1.4	0.8	1.5	1.5	1.7	1.1	1.5	0.6	— 0.1	2.4	—	1.6
(2.5)	(2.5)	2.8	—	3.2	3.0	(3.0)	—	2.1	3.3	—	4.2
—	—	2.6	—	(5.2)	—	—	—	0.8	(5.1)	—	3.2
—	—	— 0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	— 2.7
	76° 30′ 16° 30′		77° 30′ 20° 55′		77° 30′ 21° 0′		77° 20′ 22° 2′	77° 17′ 23° 5′	78° 6′ 20° 55′	78° 20′ 20° 44′	78° 13′ 15° 38′

Telegrafstationen. (Isfjorden).

længde: 14° 14′.

1915	1916	1917	1918	Normal	Gjennemsnitlig avvikelse
— 14.3	— 24.7	— 23.5	— 26.2	— 21.5	± 3.7
— 19.6	— 17.0	— 29.4	— 19.5	— 22.4	3.7
— 21.6	— 20.8	— 27.2	— 18.6	— 21.0	2.1
— 11.0	— 16.5	— 22.7	— 12.7	— 14.7	4.3
— 8.8	— 6.0	— 9.6	— 2.4	— 6.2	1.8
1.6	2.4	0.6	2.8	1.6	0.7
3.9	5.0	3.3	—	4.3	0.5
3.6	3.7	2.3	—	3.6	0.9
— 0.5	— 0.1	— 2.7	—	— 1.0	1.1
— 4.9	— 7.1	— 8.5	—	— 6.9	1.6
— 20.8	— 17.7	— 14.4	—	— 14.4	3.2
— 22.6	— 22.7	— 19.7	—	— 17.6	3.5
— 9.6	— 10.1	— 12.6	—	— 9.7	1.25

Foreløbige temperaturnormaler for Spitsbergen.

Stationer	Midlere		Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Novbr.	Decbr.	Aar
	Bredde	Længde													
1. Mcsselbai og Treurenbergbai	79° 54′	16° 28′	— 22.0	— 22.7	— 22.3	— 17.3	— 9.0	0.0	2.8	2.8	— 3.1	— 11.6	— 17.0	— 20.0	— 11.6
2. Kap Thordsen	78° 28′	15° 43′	— 17.6	— 18.0	— 15.5	— 10.0	— 4.0	1.8	4.4	4.2	— 1.0	— 6.5	— 12.0	— 16.2	— 7.5
3. Telegrafstationen	78° 2′	14° 14′	— 21.5	— 22.4	— 21.0	— 14.7	— 6.2	1.6	4.3	3.6	— 1.0	— 6.9	— 14.4	— 17.6	— 9.7
4. Akselø (Bellsund)	77° 42′	14° 42′	— 18.7	— 21.8	— 18.5	— 12.4	— 5.2	2.1	4.6	4.0	0.1	— 4.9	— 11.9	— 15.2	— 8.2
5. Storø (Sydkap)	76° 30′	16° 30′	— 17.6	— 19.0	— 17.6	— 10.2	— 4.1	1.1	2.9	2.6	— 0.9	— 5.6	— 13.0	— 14.7	— 8.0
6, 7, 8. Hvalfiskpynten etc.	77° 26′	21° 30′	— 18.6	— 19.4	— 17.0	— 10.9	— 5.4	1.0	2.8	3.0	— 1.3	— 6.8	— 12.7	— 16.3	— 8.5
9, 10. Kap Lee og Andersons ø	78° 13′	20° 50′	— 18.6	— 19.4	— 18.6	— 12.0	— 5.6	2.2	2.9	2.9	— 2.2	— 7.7	— 11.3	— 15.8	— 8.6

ten (Edgeøen) har Hjalmar M. Jensen holdt til i 3 vintre; paa dette sted overvintret ogsaa Martin Ekroll i 1894—95, saa der foreligger 4 aarganger observationer herfra. Andre stationer med kortere observationsrækker er Kap Lee og Andersons ø (Østspitsbergen), Kap Thordsen og Adventbai i Isfjorden, samt Mosselbai og Treurenbergbai paa nordkysten. Paa de to sidste steder samt paa Kap Thordsen har svenske ekspeditioner overvintret. Der findes forøvrig ogsaa en del ældre observationer fra forskjellige steder, men de er ikke saa let tilgjængelige, at vi har kunnet ta dem med ved denne hastverksbearbeidelse. Endelig hadde tyskerne oprettet et aërologisk observatorium i Ebeltofthafen (Krossbai?) paa vestkysten, som maatte nedlægges paa grund av verdenskrigen efter kun et par aars virksomhet; det forlatte observatorium blev senere erobret og ødelagt av englænderne. Observationene herfra er endnu ikke offentliggjort i sin helhet.

Ved alle disse stationer er det navnlig temperaturobservationene som er av betydning ved denne foreløbige bearbeidelse; de andre elementer vilde det ta for lang tid at faa færdig beregnet. Stationenes beliggenhet sees av vedføiede kartskisse (side 283), hvor de vigtigste er anført:

1. Mosselbai.
2. Kap Thordsen.
3. Telegrafstationen.
4. Akselø.
5. Storø (Sydkap).
6. Hvalfiskpynten.
7. Zieglerø.
8. Halvmaaneø.
9. Kap Lee.
10. Andersons ø.

I de foranst. tabeller meddeles middeltemperaturen for hver maaned, beregnet av de tre daglige terminobservationer med reduktion til »sandt dagsmiddel« ved hjælp av temperaturregistreringene ved telegrafstationen. Kun nogen faa av disse tal har tidligere været trykt.

Paa basis av det hele materiale har vi da forsøkt at beregne normaltemperaturer for de forskjellige stationer eller

stationsgrupper. Men de maa kun betragtes som raa tilnærmelser, der ikke kan benyttes til nøiere at bedømme temperaturfordelingen paa øgruppen; det meste man kan sige er, at temperaturen synes at avta fra syd mot nord og fra vest mot ost, i sin almindelighet.

Meteorologiske Observatorium, Bergen, 1ste dec. 1919.

Spitsbergens og Bjørnøens geologi.

Av **Olaf Holtedahl.**

Polarøene nord for Norge tiltrak sig allerede tidlig i forrige aarhundrede de skandinaviske geologers interesse og opmerksomhet. Og denne interesse økedes efterhvert som man skjønte at der her nord var et rent eldorado for geologer, et omraade hvor man kunde faa studere, i de herligste snit, lagrække paa lagrække med de vakreste forsteninger, formation paa formation som der ikke fandtes spor av i hjemlandet.

Saa tidlig som i 1827 besøkte den norske geolog, lektor, senere professor ved universitetet i Kristiania, B. M. Keilhau baade Bjørnøen og Spitsbergen og utførte paa denne tur et vigtig pionerarbeide.

Ti aar efter begynder de svenske videnskabelige Spitsbergenforskninger og saa følger fra svensk side ekspedition paa ekspedition, for den overveiende del med geologer som ledere. Et grundlæggende geologisk utforskningsarbeide blev utført paa disse færder og pragtfulde fossilsamlinger hjembragt til Sverige og bearbeidet. Specielt Isfjordens og Bellsunds omgivelser er blit nøie studert av de svenske geologer.

Først i 1906 begynder norske geologer atter at gi bidrag til Spitsbergens geologi, men fra dette aar av og til nu har der ogsaa fra norsk side været utført et meget betydelig arbeide. Hver eneste sommer har undersøkelsesarbeidet paagaat. Den første tid koncentrertes arbeidet hovedsagelig om Vest-Spitsbergens nordvestparti, de senere aar har undersøkelser særlig været drevet langt syd, i strøket mellem Bell-

sund og Sydkap. Begge disse omraader var tidligere meget litet kjendt. Ellers har der ogsaa været utført et meget betydelig detaljarbeide i Isfjordomraadet, bl. a. med praktisk-geologiske undersøkelser av de kulførende lag.

Spitsbergen.

Tiltrods for at Spitsbergen med sine mange yngre geologiske formationer har en fjeldbygning der er væsensforskjellig fra Norges og det øvrige Nord-Europas kan man dog si at Spitsbergen, hvad de geologiske forhold angaar, er overmaade nær knyttet til vort eget land.

I virkeligheten er forholdet det, at den geologiske grundvold i Spitsbergen, de ældste bergartskomplekser, i detalj er lik tilsvarende dannelser i det nordlige Norge, at Spitsbergen og Norge tilhører den samme gamle fjeldkjedezone, at landenes ældre geologiske historie er overmaade ens.

Det ældste bergartskompleks paa Spitsbergen tilhører, ialfald i den vestligste, bedst studerte del av øgruppen, ikke grundfjeldet, som man indtil for endel aar tilbake har antat, men er av en noget yngre alder.

Disse landets ældste geologiske dannelser bestaar av en rik variation av lagdelte, sedimentære bergarter: forskjellige slags skifre, kvartsitagtige sandstener, kalkstener og dolomiter (magnesiakalkstener). Slike bergarter er det som anstaar i det vestlige kystbelte fra Sydkap til nord for Kings Bay og som opbygger dette kyststrøks skarptakkede, alpelignende fjeld (se fig. 1), fjeld som i sin form skiller sig helt ut fra plataafjeldene længer mot øst.

I dette ældste sedimentkompleks, der efter en lokalitet paa Spitsbergens nordkyst betegnes H e c l a h o o k formationen, er der hittil ikke fundet forsteninger som kan fortælle os om den geologiske alder, men man kan ved sammenligning med tilsvarende bergarter paa Bjørnøen, hvorfra fossiler er kjendt i disse lag, datere ialfald en større del av Heclahookformationen som hørende til den undre og midtre del av o r d o v i c i u m, den næstældste av de palæozoiske (oldtidens) formationer[1]). Hecla-

[1]) Se oversigtstabellen side 301.

hookbergartene er i hovedsaken avsat i et grundt, vidt utbredt havomraade, der tildels naadde langt ind over det nuværende nordamerikanske fastland[1]).

Økonomisk vigtige bergarter kan ikke sies hittil at være kjendt fra Spitsbergens Heclahook i større mængde. Hverken jernforekomsten paa sydsiden av Bellsund eller »marmor«-forekomstene ved Kings Bay — forekomster der i kommersielt

Fig. 1. Hornsundtind paa sydsiden av Hornsund (som sees tilhøire). Fjeldmassen er opbygget av kalksten og dolomit, tilhørende Heclahook-formationen. Fjeldets høide er 1 430 m. (A. Koller fot. 1919).

reklameøiemed har været sterkt opskrytt — kan tænkes at faa praktisk betydning.

I (sandsynligvis den midtre del av) silurtiden blir Spitsbergenomraadet utsat for vældige jordskorpebevægelser, hvorved de engang flatliggende Heclahooklag under et vældig tryk blir lagt i skarpe folder, hvis længderetning stry-

---

[1]) For de palæogeografiske forhold i Spitsbergenomraadet i palæozoikum kan henvises til kartene i min artikel i „Naturen" for 1919, „Om fordelingen av land og hav i det nordatlantisk-arktiske omraade i jordens oldtid".

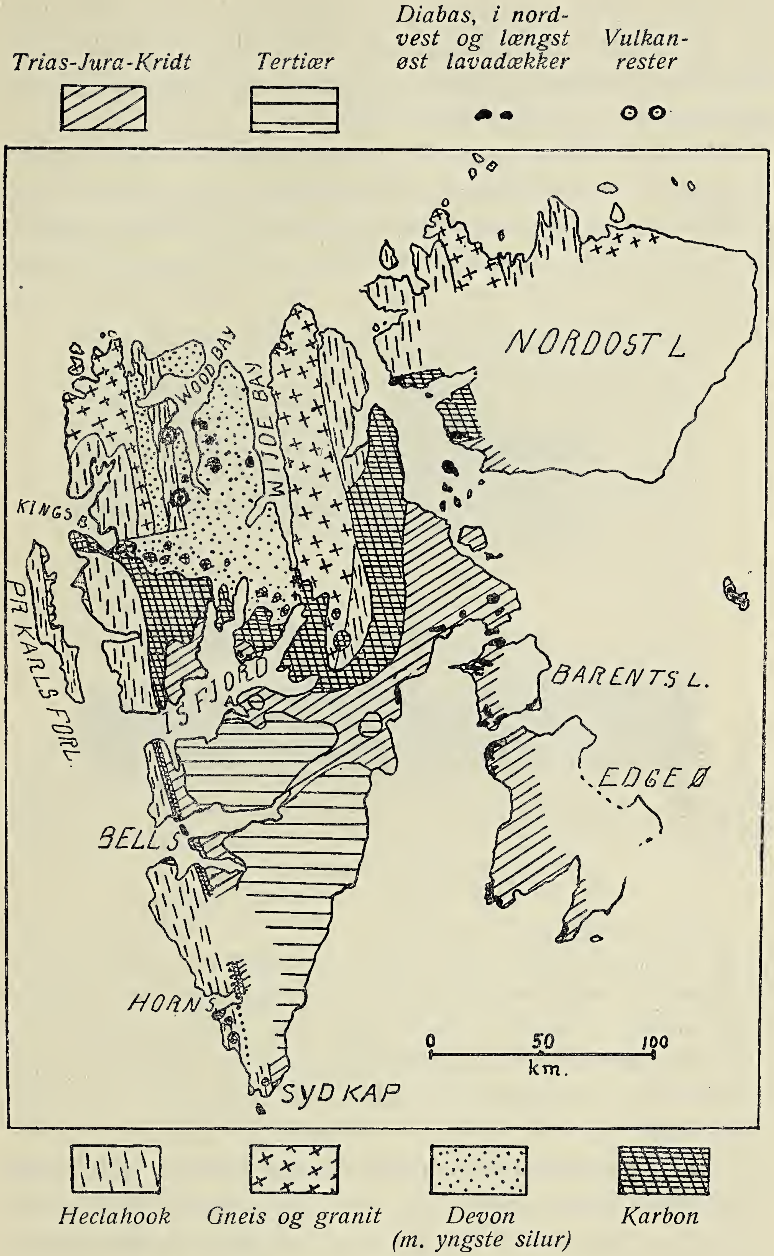
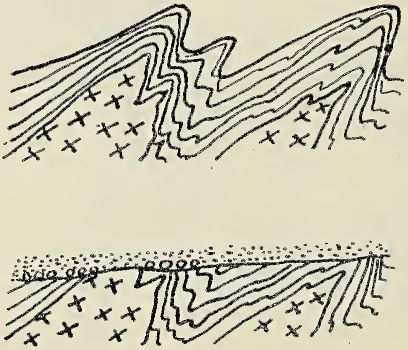


Fig. 2. Geologisk kart over Spitsbergen.

ker NNV—SSØ. Spitsbergenomraadet blir i denne tid en del av det lange fjeldkjedestrøk, der som et sammenhængende belte har strukket sig sydover gjennem det nuværende vestlige Skandinavien og gjennem Skotland.

Paa Spitsbergen som i Norge har disse foldninger og optaarninger været ledsaget av frembrudd fra dypet av store smeltemasser, der har størknet imellem Heclahooklagene som vist skematisk paa fig. 3. Disse smeltemasser findes nu som vældige partier av granit, eller hvor bergarten paa grund av tryk har faat en skifrig struktur, som gneis.



Ftg. 3. Skematisk fremstilling av hvorledes Heclahooklagene underkastes en voldsom foldning samtidig som granitsmeltemasser fra dypet trænger sig op mellem lagene. Paa nederste figur ser man hvordan fjeldkjeden er blit utjevnet og dens rester dækket av konglomerat- og sandstensmasser.

Disse granit- og gneismasser er det som tidligere har været antat for grundfjeld, mens de i virkeligheten er paralleler til den norske fjeldkjedes ungsiluriske eruptiver. Dette gjælder med sikkerhet Nordvest-Spitsbergen og der er al grund til at tro at ogsaa tilsvarende gneis-granitmasser længer øst paa hovedøen (Vest-Spitsbergen) og paa Nordostlandet er av denne yngre alder.

Allerede før silurtidens slut var fjeldkjeden i Spitsbergenomraadet utjevnet og der blev avsat, fra fremdeles eksisterende høiland i vest, kolossale masser av rullesten og sand, der nu som konglomerater og sandstener dækker ruinene av den gamle fjeldkjede (se nedre tegning paa fig. 3.) Denne avsætning av sand og grus som begynder i den aller sidste del av silur-

tiden, fortsætter gjennem d e v o n- og ind i k a r b o n(kul)-tiden. Det dreier sig om dannelser der er avsat over store lave flatland som grænset til et hav i øst. De ungsiluriske og devonske, mange tusen meter mægtige sedimenter fører som væsentlige fossiler rester efter ferskvandsfisker, av den tids vanlige type, panserfisker, som hadde forparten beskyttet av et holdbart, i plater opdelt kraftig hudpanser.

Sandstenene fra underkarbontiden er av en anden karakter end de devonske. Mens disse sidste har sterke, specielt røde

Fig. 4. Fra indlandet øst for Kings Bay. Fjeldene, som er over 1200 m. høie, (sneflaten i forgrunden ligger paa omtrent 700 m.) bestaar i sin nedre, jevnt skraanende del av devonsk sandsten, i sin øvre av karbonsk kalksten. (O. Holtedahl, fot. 1910).

farver, hvad der hænger sammen med deres dannelse under meget tørre klimatforhold, er de underkarbonske mest ganske lyse, hvitlige til graa. Klimatet har sandsynligvis under deres dannelse været utpræget fugtig. Vi finder i de underkarbonske sandstener i enkelte lag mængder av planterester, rester av en sumpskogvegetation, med kultidens vanlige plantetyper, og vi kjender ogsaa fra denne tid kullag paa Spitsbergen. Disse kullag staar dog i renhet langt tilbake for de tertiære som senere skal omtales.

I den midtre del av karbontiden trænger havet ind over det omtalte flate kystland og vi faar atter havsedimenter, ma-

rine lag. Disse lag bestaar av kalkstener av forskjellig type, ofte saa fulde av forsteninger at bergarten ikke bestaar av andet end et virvar av kalkskaller, hvorav den alt overveiende del tilhører brachiopoder i store, vakre former. Særlig almindelig er slegtene *Productus* og *Spirifer*. Ellers optrær ogsaa andre dyregrupper som f. eks. koraller og bryozoer i masse og enkelte mørke kalkstenslag bestaar av en masseophopning av eksemplarer av smaa, hvetekornagtige foraminiferer (se fig. 5), som viser en saa utmerket opbevaring at selv de mindste detaljer i skalbygningen kan studeres under mikroskopet.

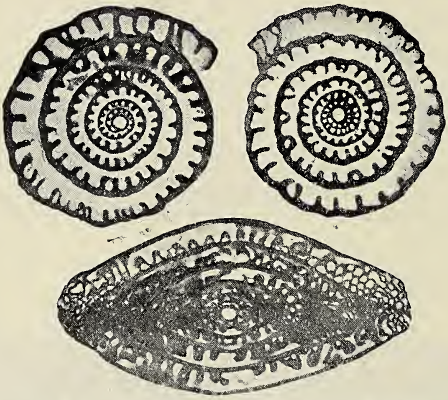


Fig. 5. To tversnit og et længdesnit av en foraminifér (*Fusulina*) fra overkarbonsk kalksten. Forstørret 10 ganger. (Efter Staff og Wedekind).

De karbonske kalkstener er kompakte bergarter som har stor motstandsdygtighet mot forvitringen. Med sin vakre bænkning og ialmindelighet flate lagstilling faar slike karbonfjeld ofte pyramideagtige former der er av stor malerisk virkning. ((Se fig. 4).

Ogsaa den yngste av de palæozoiske formationer, perm, er repræsentert paa Spitsbergen. Man finder fra denne periode havavsætninger, bestaaende av lerskifre med kalkstenslag med rester av muslinger og brachiopoder. Ogsaa sandstener forekommer.

Fra samtlige de til jordens middeltid, mesozoikum, hørende perioder, trias, jura og kridt, findes avleiringer paa Spitsbergen. Disse formationer er bedst studert i Isfjordomraadet, men har en vid utbredelse ogsaa ellers.

Triasformationen bestaar av en mægtig lagrække, hvis undre og øvre del bestaar av sandsten, mens den midtre del bestaar av mørk lerskifer. Specielt i denne skiferavdeling er der en række rikt fossilførende lag. Der forekommer hyppig ammoniter (se fig. 6), likesom muslinger findes i enorme mængder. Av stor interesse er de rike fund av hvirveldyrrester som er gjort, særlig paa svenske ekspeditioner, i de senere aar. Der er nu kjendt et stort antal arter av havsaurier, tilhørende forskjellige av tidens eiendommelige typer, som

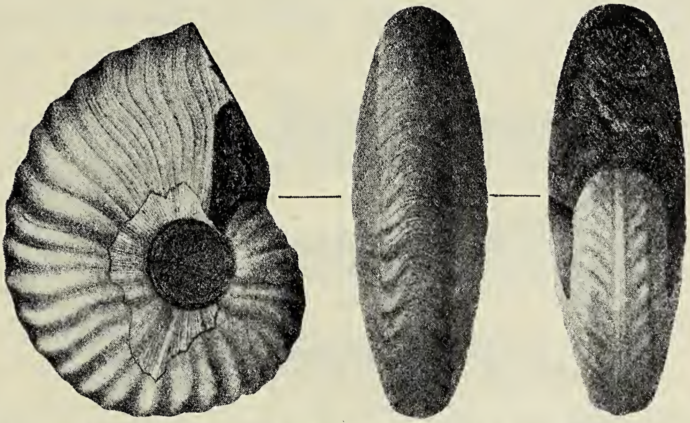


Fig. 6. Ammonit fra Spitsbergens triasformation. (Efter Öberg).

f. eks. de i den ytre form delfinagtige ichtyosaurier (fiskeøgler), de langhalsede plesiosaurier o. s. v.

I Triasformationen forekommer i Isfjordsomraadet fosfat-(fosforit)-holdige lag der har været forsøkt utnyttet som raastof for fosfatgjødning. Fosfatindholdet er imidlertid for det meste temmelig ubetydelig, saa forekomstene synes foreløbig ikke at skulle faa praktisk betydning.

Spitsbergens juralag bestaar dels av sandsten, dels av mergelskifer der indeholder vakre fossiler: ammoniter, muslinger og belemniter. Ogsaa i juratiden har altsaa dette omraade været dækket av hav.

En stor del av den lagrække som for nogen aar tilbake var antat at tilhøre jura har vist sig ved nyere undersøkelser at maatte regnes til den næste formation, til kridt. Hertil hører nogen rikt planteførende sandstenslag, hvori bl. a. den endnu i

Øst-Asien levende gymnospermslegt *Ginkgo* er repræsentert. Disse planterester fra ældste kridt (neokom) har git ophav til kullag der imidlertid i renhet staar tilbake for de tertiære. Brytning paa disse neokomkul har været forsøkt flere steder i Isfjordomraadet.

Efter denne tid med landavsætninger (der kjendes ogsaa lag med ferskvandsmollusker) trænger havet endnu engang indover Spitsbergenomraadet og atter lever her ammoniter og andre egte marine dyreformer, av den ældre kridttids typer. Allerøverst i den fra Spitsbergen kjendte lagrække fra (undre) kridt findes et nyt kullag, der avviker fra Spitsbergens øvrige ved at ha brunkulkarakter.

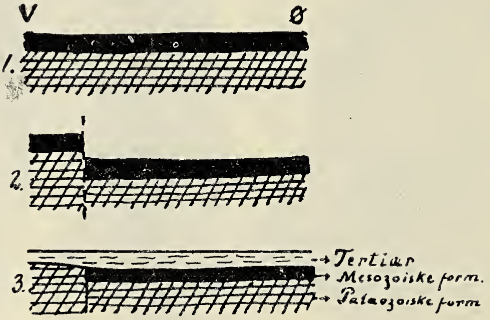


Fig. 7. Skematiske figurer som viser, hvordan der efter avsætningen av de palæozoiske og mesozoiske formationer (1) finder sted en hævning længst i vest (2), hvorved tertiærlagene her kommer til at hvile paa palæozoiske bergarter, som i mellemtiden er blit blotlagt ved erosionens arbeide (3).

Tiden som ligger mellem kridtlagenes og den yngste fjeldformations, tertiærens, dannelse har atter været præget av uro i Spitsbergenomraadet. Et belte langs Spitsbergens nuværende vestkyst har i dette tidsrum undergaat en meget betydelig hævning med paafølgende sterk erosion (se fig. 7), hvorved gamle palæozoiske bergarter her blev blotlagt. Ogsaa længer øst foregik nogen hævning av jordskorpen i forhold til havnivaaet og ogsaa her synes erosionen at ha ført væk materiale, her kun de yngste kridtlag.

I dette samme tidsrum som gaar forut for tertiærlagenes dannelse har der ogsaa været en livlig vulkansk virksomhet i Spitsbergenomraadet. Allerede for lang tid tilbake

var det kjendt at alle lag som er ældre end de tertiære, er gjennembrutt av ganger av en mørk eruptivbergart, diabas. Disse ganger er som smeltemasser trængt op igjennem, tildels — horizontalt — imellem de før-tertiære formationers lag og der størknet. Nu kjender man paa Spitsbergen ogsaa de tilsvarende lavabergarter, bergarter som repræsenterer den helt op til den daværende jordoverflate optrængte og der utflytte magma. Betydelige rester av slik (basaltisk) lava findes omkring Wood Bay, hvor lavamasser som mørke kalotter, ofte med pragtfuldt utviklet søilestruktur, kroner derværende devonfjeld. Disse lavaer (likesom de nedenfor omtalte vulkanrester og varme kilder i samme distrikt) er nøiere beskrevet i »Naturen« for 1913. De sydøst for Nordostlandet liggende øer som kaldes Kong Karls Land, hvorav den vestligste kommer ind paa kartskissen (fig. 2), er for en stor del opbygget av lignende lavamasser.

Spitsbergens yngste, av fast fjeld bestaaende geologiske dannelser tilhører tertiærformationen, sandsynligvis ældre tertiær. De tertiære sediment-bergarter paa Spitsbergen er av kontinental oprindelse; de utgjøres fortrinsvis av sandstener, men ogsaa lerskifer forekommer, og desuten kullag. Det er disse tertiære kullag som er Spitsbergens vigtigste og paa hvilke ogsaa for tiden kuldriften foregaar. Kullene er meget rene, har høi brændværdi og er idethele udmerkede fyrkul[1]). Kulfløtsene ligger, som tertiærlagene forøvrig, i almindelighet temmelig flatt og gaar paa lange strækninger som f. eks. i de norske felter ved Green Harbour og Advent Bay (A paa kartskissen) paa sydsiden av Isfjorden ut i dagen. Kullagenes tykkelse er gjennemgaaende betydelig, maksimum i Isfjordsomraadet er ca. 1½ meter.

Tertiæromraadet i den centrale og sydlige del av Spitsbergen er, som det vil sees av det geologiske kart, overmaade stort og der findes her uten tvil kul i meget store mængder. Bare i strøket mellem Green Harbour og Advent Bay skulde der være kul nok til at tilfredsstille Norges behov i hundreder av aar.

---

[1]) En nøiere beskrivelse av Spitsbergens kulforekomster er git av G. Holmsen i »Naturen« for 1910.

Et ganske litet kulførende tertiærfelt, som dog er av stor økonomisk betydning og hvor et norsk selskap allerede har utbrutt og skibet en betragtelig mængde kul, ligger paa sydvestsiden av Kings Bay. Det er for litet til at kunne avsættes paa et kart i saa liten maalestok som kartet side 291.

Forøvrig er da Spitsbergens tertiærlag bekjendt fra sin rigdom paa vakkert opbevarte planterester; for en stor del blader

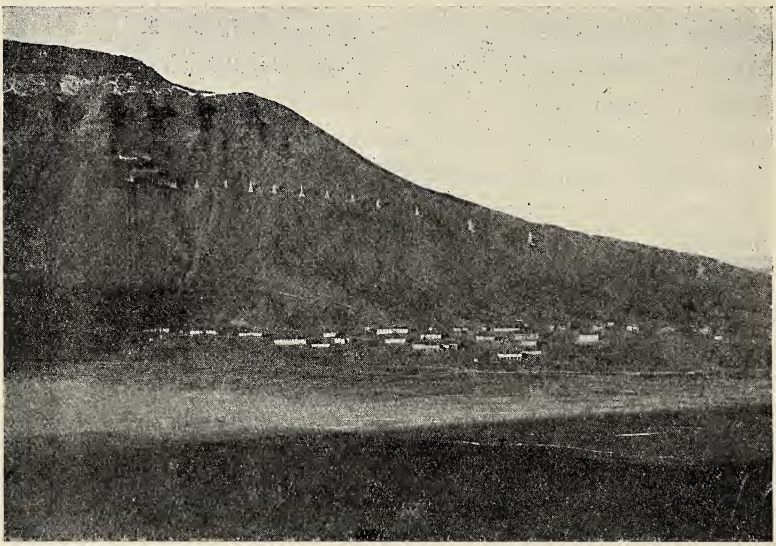


Fig. 8. Fra Store Norske Spitsbergen Kulkompanis anlæg paa vestsiden av Advent Bay. Den øvre del av fjeldmassen, med det vigtigste kullag, tilhører tertiær, den undre del kridtformationen. (A. Hoel fot. 1915).

av løvtrær av nulevende vanlige slegter som *Populus*, *Salix*, *Quercus*, *Ulmus*, *Corylus* o. s. v. Ellers forekommer mængder av rester ogsaa av naaletrær som f. eks. av sumpcypressen *Taxodium distichum*, der nu lever i det sydøstlige Nord-Amerika. Planterestene tyder paa tempererte, ikke tropiske eller subtropiske klimatforhold. Av tertiære dyrefossiler kjendes insektrester og i enkelte lag muslinger.

Efter avsætningen av tertiærlagrækken som tildels har en mægtighet av langt over 1000 m., har der atter fundet sted betydelige jordskorpebevægelser, ogsaa denne gang sær-

lig efter en vestlig zone. Her fandt store forrykninger sted efter NNV-gaaende bruddlinjer (se fig. 9). Gjennemgaaende har vi hat en hævning langs vestkysten, men samtidig har der fundet sted indsynkninger av mindre partier av jordskorpen inden dette vestlige belte. Ved slike lokale indsynkninger har man faat tertiærlag i høide med Heclahook ved sundet mellem Prins Karls Forland og Vest-Spitsbergen (se kartet fig. 2), i høide med karbonlag ved Kings Bay som det fremgaar av det øvre profil fig. 9. Paa østsiden av forrykningslinjen mellem den sterkt hævede vestlige zone, hvor nu Heclahook-kystfjeldene findes (se undre profil fig. 9), og omraadet østenfor har der ogsaa fundet sted betydelige foldningsbevægelser. Heller

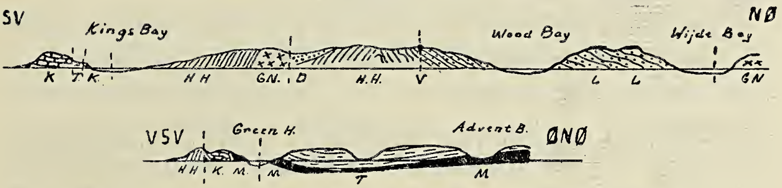


Fig. 9. To geologiske profiler fra det vestlige Spitsbergen. Det øverste er lagt over den indre del av Kings Bay og Wood Bay, det nederste paa sydsiden av Isfjorden. H. H. betyr Heclahook, Gn. gneis og granit, D. devon, K. karbon, M. mesozoiske formationer, T. tertiær, L. lava, V. vulkanrest, de lodrette strekede linjer forkastninger.

ikke længer øst ligger de mesozoiske lag og tertiæren helt horizontalt, men danner her en flat skaal (adskillig flatere end i profiltegningen hvor høidedimensionen er sterkt overdrevet).

I den yngre del av tertiærtiden undergaar Spitsbergenomraadet paa samme maate som Nord-Europa en overmaade betydelig klimatforværring til landet i kvartærtiden blir isdækket. Man finder isskuret fjeld, morænegrus og flytblokker ogsaa i de nu isfrie omraader av Spitsbergen. Landisen har da utmodellert fjeldgrundens overflateformer, et arbeide som fremdeles paagaar i de nu nedisede strøk, hvor dalbundene under bræene stadig utgraves videre, botner dannes o. s. v.

Et for Spitsbergens fjeldrelief meget karakteristisk træk er den brem av ganske lavt, flatt land som man i almindelighet finder i kystbeltet. Denne flate, der kan ha en bredde paa flere kilometer og fra hvilken fjeldene indenfor hæver sig

steilt op, maa være dannet væsentlig ved havets nedbrytende arbeide paa en tid da landet laa noget lavere end nu i forhold til havflaten. Flaten er utmodellert før den sidste totale nedisning av Spitsbergen, idet man har tydelige tegn paa at isen har gaat frem over den.

Som tilfældet er i Skandinavien har Spitsbergenomraadet ogsaa i tiden efter den største nedisning ligget betydelig lavere end nu i forhold til havnivaaet. Vi finder i de isfri kyststrøk almindelig vakre terrassedannelser, bestaaende av ofte skjælførende grus og sand, og de høieste kjendte av disse dannelser angir en strandlinje i ca. 140[1]) meters høide over den nuværende havflate. Saa meget har altsaa landet hævet sig siden de øvre terrasser blev dannet.

Av særlig interesse blandt de nu paa land liggende skjælforekomster er enkelte der antyder et betydelig varmere klima end Spitsbergens nuværende. Man har nemlig fundet skaller av mollusker, der tilhører et sydligere klimabelte end de der nu findes ved landets kyster, saaledes det almindelige blaaskjæl *(Mytilus edulis)*, strandsneglen *(Litorina litorea)* m. fl. Høiden hvori disse mer varmeelskende former er fundet er et sted (paa Isfjordens nordside) maalt til ca. 70 m. o. h. Man kjender fra de kvartære løsavsætninger ogsaa planterester som tyder paa et noget varmere klima end nutidens. Det ligger da nær at parallelisere denne relativt varme tid der ligger mellem tiden for landets største nedsynkning og nutiden med den relativt varme »postglaciale« tid vi kjender i Skandinaviens kvartærgeologi.

Det vil ha fremgaat av det foregaaende at man paa Spitsbergen paa en helt enestaaende maate kan følge med i omraadets geologiske utvikling, idet inden dette relativt lille strøk ikke mindre end 10 — ti — geologiske formationer er repræsentert ved sedimentære lag, nogen dannet i hav, andre paa land (se tabellen s. 301). Vi har endvidere fra flere tider hørt om frembrudd av smeltemasser fra dypet. Der er da for ikke saa lang tid tilbake paavist at selv ikke ganske unge vulkanske dannelser mangler i dette merkelige omraade. I

---

[1]) Efter undersøkelser 1920 endnu langt høiere i kyststrøket nordøst for Sydkap.

strøket vest for Wood Bay kjendes to vulkanrester, som er dannet i tiden efter istiden, altsaa geologisk talt meget nær ind paa vor egen tid. Den ene av disse vulkanrester viser endnu tydelig sin kegleform (se billedet i »Naturen« for 1913, side 13); av den anden som ligger høit og derfor sterkt utsat for erosion, er kun forholdsvis litet tilbake. Av betydelig interesse er det at disse vulkanske dannelser ligger like ved en gammel bruddlinje (se fig. 9), et vertikalt bruddplan i jordskorpen, et bruddplan som altsaa endnu betegner en svakhetszone, hvor frembruddskanaler for dypets smeltemasser let kan opstaa.

Oversigtstabel over de geologiske formationer og de geologiske dannelser paa Spitsbergen.

Kvartær.	Nutiden. Havavsætninger i kystbeltet, vulkansk virksomhet ved Wood Bay. Helt isdækket.	
Tertiær.	Sterke jordskorpebevægelser. Kontinentalavsætninger.	
Ældste tertiær eller yngre kridt.	Sterke jordskorpebevægelser, fremtrængen av diabasganger og lavadækker.	
Kridt.	Kontinentalavsætninger. Havavsætninger. Kontinentalavsætninger.	
Jura.	Havavsætninger.	
Trias.	Kontinentalavsætninger. Havavsætninger.	
Perm.	Havavsætninger.	
Karbon.	Havavsætninger. Kontinentalavsætninger.	Lokale jordskorpebevægelser til forskjellige tider.
Devon.	Kontinentalavsætninger.	
Silur.	Kontinentalavsætninger. Fjeldkjedebevægelser med fremtrængen av granitmasser.	
Ordovicium.	Havavsætninger.	
Kambrium?		
Grundfjeld?		

I samme strøk, syd for den nordlige vulkanrest, findes endelig en række varme kilder, der ved sin uttræden i dagen avsætter sine opløste salter som vakre gulhvite skorper, kalktuff. Man finder paa den svakt skraanende jordoverflate paa vestsiden av den indre del av Bock Bay (som er den sydligste av Wood Bays vestlige armer) talrike bassænger, hvis nedre halvcirkelformige væg er opbygget av slik litt efter litt avsat kalktuff. Nogen av bassængene er nu tomme, i andre siver vandet fremdeles ut over kantene og avsætter nye tufflag.

Bjørnøen.

Midtveis mellem Norskekysten og Isfjordsmundingen paa Spitsbergen dukker Bjørnøens steile kyster op av Ishavet. Ofte ser man ikke øen selv før man er like indpaa, for taaken vil gjerne ligge tæt og vaat omkring den.

I forhold til størrelsen viser Bjørnøen en næsten endnu mer alsidig geologisk bygning end Spitsbergen. Ikke mindre end 4 geologiske formationer er repræsentert i denne lille, knapt 2 norske mil lange, fjeldmasse og inden 2 av disse formationers lagrækker har man atter en rik variation av bergarter.

Geologisk er Bjørnøen at betragte som en »avlægger« av Spitsbergen. Vi finder nøiagtig tilsvarende dannelser som paa Vest-Spitsbergen; kun mangler endel geologiske led, nemlig de siluriske granit- og gneismasser samt de yngre fjeldformationer, jura, kridt og tertiær. Likeledes mangler yngre eruptiver. Her findes idethele kun lagdelte bergarter.

Bjørnoens ældste sedimentkompleks betegnes, som det tilsvarende paa Spitsbergen, Heclahook eller Heclahookformationen. Som det fremgaar av kartet (fig. 10), stikker disse ældste dannelser kun i dagen paa øens sydligste del, mens de nordover ligger i større dyp, dækket av yngre lagrækker. Der er nu fra Bjørnøens Heclahook-lagrække kjendt fossiler fra to nivaaer, og efter disse fossiler tilsvarer lagrækken i tid den ældste og midtre del av ordovicium. Bergartene bestaar for en væsentlig del av dolomiter og kalkstener og specielt de første har en overmaade kompakt karakter som gjør at de kun langsomt brytes ned ved brændingens arbeide. Flere hun-

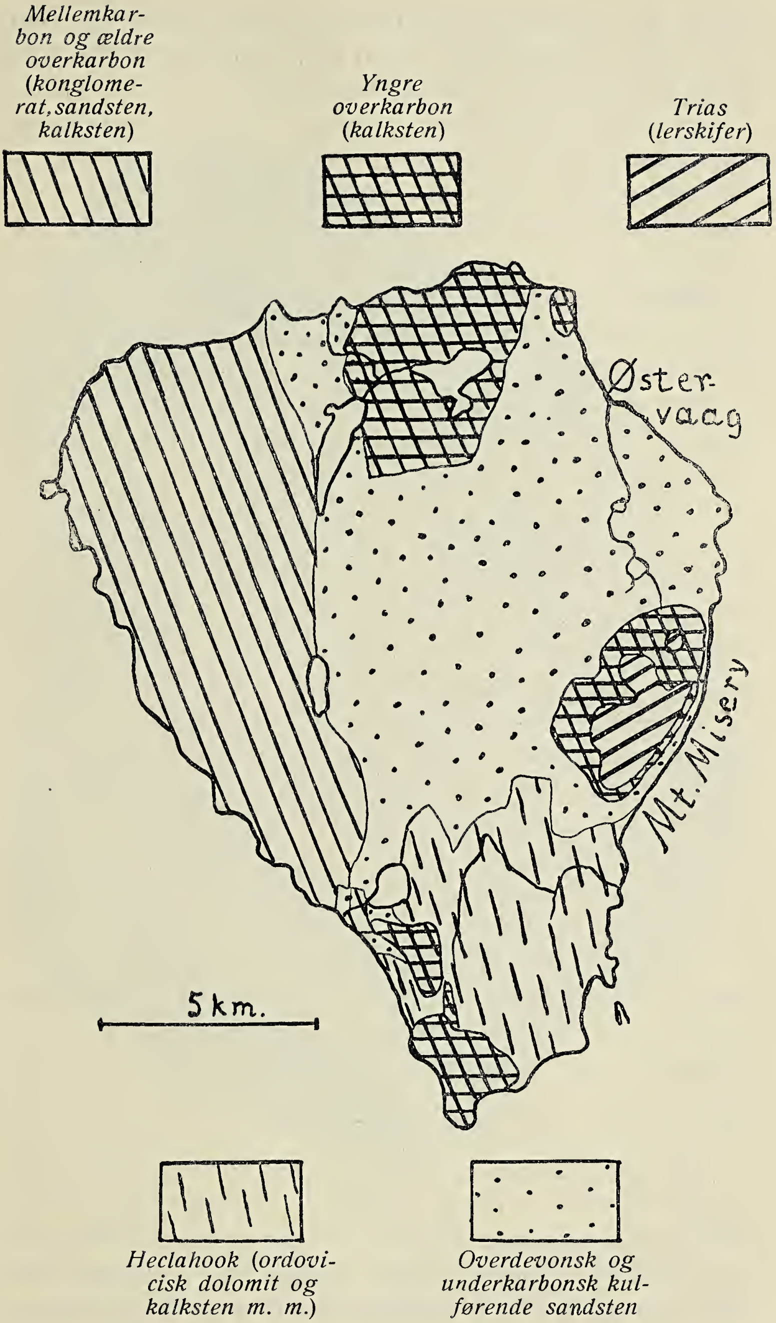


Fig. 10. Geologisk kart over Bjørnøen.

drede meter kan disse dolomitskrænter reise sig næsten lodret op av havet og paa smale hylder paa dolomitbænkenes overflate finder titusener av sjøfugl rugeplads.

Ogsaa Bjørnøomraadet har engang tilhørt den ungsiluriske fjeldkjedezone som vi har saa storslagne rester av i Norge og paa Spitsbergen. Ogaa her ser vi hvordan lagrækken før devonlagenes avsætning er blit forstyrret ved foldning, som imidlertid her har en mindre intens karakter.

Bjørnøens devonske lagrække bestaar av kontinentalt avsatte sandstener, med indleiringer av lerskifer og flere kullag. Der kjendes en rigdom av vel opbevarte planterester, væsentlig av bregnelignende planter (se fig. 11), og studiet av disse planterester har vist at lagrækken er dannet i den yngste del av devontiden.

Kullagene kan sees langs østkysten helt fra Mt. Misery til øens nordøsthjørne. Lagenes antal, tykkelse og renhet er temmelig forskjellig paa forskjellige steder. De gunstigste forhold for kulbrytning finder man i strøket fra Østervaag (ved Engelskelvens munding) og nogen kilometer sydover og her har da kuldrift paagaat i flere aar og et stort norsk anlæg er opført ved Tunheim, ca. 1 km. sydøst for Østervaag. Devonske kullag er nu paavist ogsaa i de mer centrale deler av øen.

Der er paa Bjørnøen ogsaa kjendt kul av en noget yngre alder, nemlig fra underkarbon, i hvilken tid der avsattes tykbænkede sandstener. Disse ligner helt tilsvarende dannelser paa Spitsbergen, hvor, som vi tidligere har hørt, denne sandstensavdeling likeledes er kulførende.

Samtidig som havet trængte frem over det underkarbonske flatland i Spitsbergenomraadet blev ogsaa de kontinentale dannelser paa Bjørnøen dækket av hav. Vi finder her fra mellemkarbonsk og ældre overkarbonsk tid mægtige konglomerater og sandstener og som indleiringer i disse kalklag med marine fossiler. Ogsaa mer kompakte kalkstener forekommer.

Efter avsætningen av disse lag fandt der sted talrike jordskorpebevægelser i Bjørnø-omraadet. Jordskorpen blev ved steiltstaaende sprækker opdelt i et helt mosaik av stykker og disse stykker bevæget sig efter bruddplanene vertikalt i forhold til hverandre, mest fra nogen faa til nogen tital meter, og samtidig dreiedes stykkene litt om nord-sydgaaende akser saa

lagene blev liggende paa skraa. Denne skraahet er lovmæssig ordnet saa at lagene paa den østlige tredjepart av øen helder mot øst, paa de vestlige to tredjeparter helder de mot vest.

Fig. 11. Fossil bregne fra Bjørnøens devon. (Efter Nathorst).

Under disse bevægelser var landet paany blit hævet op over havflaten og de nedbrytende kræfter begyndte sit arbeide til man atter hadde et utjevnet flatland og igjen trænger havet indover. Nu avsættes der, i yngre overkarbon, mægtige, til-

dels ganske overordentlig fossilrike kalkstenslag der fremdeles ligger med omtrent horizontal lagstilling. Meget almindelig bestaar bergarten udelukkende av pragtfuldt opbevarte skaller av brachiopoder, skaller hvor ikke bare de ytre men ogsaa de indre karakterer som muskelindtryk o. l. kan sees i hver detalj.

Bjørnøens yngste bergarter er av mesozoisk alder og tilhører triasformationen. De bestaar av løse lerskifre — under-

Fig. 12. Mt. Misery set fra øst. Fjeldet bestaar nederst av overdevonsk sandsten, i midten (den steile skrent) av overkarbonsk kalksten, øverst av trias-skifre. I bakgrunden tilvenstre Heclahook-bergarter. (O. Holtedahl fot. 1909).

ordnet sandsten — der danner en lagrække paa flere hundrede meters tykkelse. Disse trias-bergarter findes nu kun opbevart i øens høieste fjeld Mt. Misery (fig. 12), hvor de hviler paa den netop nævnte overkarbonske kalkstensserie.

I sin øverste del er trias-lagrækken overordentlig rik paa forsteninger og ikke mindre end ca. 100 marine dyreformer er beskrevet fra disse lag; derav er 59 muslinger.

Det er ikke udelukket, tvertimot sandsynlig, at der engang har ligget yngre lag over trias-skifrene. Disse skifre er saa løse at det vilde være utænkelig at der skulde været rester

igjen av dem hvis de under en væsentlig del av tiden efter sin dannelse skulde ligget hævet nævneværdig over havnivaaet. Som de nu ligger utsat for erosionen gaar de raskt sin undergang imøte. Vi maa anta at de ikke altfor længe efter sin dannelsestid blev dækket av nye, mer motstandsdygtige sedimenter, f. eks. av en sandstenslagrække, og at de saa langt frem gjennem tiden blev beskyttet mot erosionen ved et slikt dække, hvorav der nu ikke er spor tilbake.

Paa samme maate som man paa Spitsbergen, langs kystene, finder et lavt flatland der er skaaret ind i fjeldmassen ved sjøens arbeide under en høiere havstand, utgjøres en væsentlig del av Bjørnøen av et slikt lavt, tildels fuldstændig flatt land (se til høire paa fig. 12) hvis høide over havet for det meste kun er 15—30 m. Det er væsentlig kun i Heclahookomraadet paa den sydligste del av øen og i Mt. Misery at betydelige høider nu raker op, høider som ikke havet dengang naadde at faa utjevnet. Nu arbeider havet i et lavere nivaa av landmassen og stadig æter det sig indover, tildels temmelig raskt, for naar undtas de kompakte Heclahookdolomiter i syd byr øens fjeldgrund forholdsvis liten motstand mot sjøens angrep. Som merker efter et tidligere større landomraade reiser der sig paa mange steder rundt øen høie slanke fjeldpartier — som f. eks. »Sylen« paa sydvestsiden, »Engelskstauren« paa nordøstsiden og flere — fjeldmasser der geologisk talt ganske nylig har gaat i ett med øen.

Ogsaa Bjørnøen har været isdækket og paa flere steder er iagttat vakre skuringsmerker. Nu findes der ikke antydning til isdække.

Om betingelserne for Spitsbergens planteliv.

Av Hanna Resvoll-Holmsen.

Spitsbergen ligger høit mot nord, mellem 76½ og 80½° n. br. Nogen særlig rik plantevekst kan man derfor ikke vente sig. De anseligste og mest varmekrævende planter er dvergbirken i en lav form og endel dvergbusker, nemlig de

smaa vidjer, rynkevidjen, *Salix reticulata*, og polarpilen, *Salix polaris*, videre krækling, *Empetrum nigrum*, reinblom, *Dryas octopetala*, samt de tre lyngarter *Andromeda tetragona* og *hypnoides* og skintryte, *Vaccinium uliginosum*. Av disse faa træagtige planter har kun tre en almindeligere optræden, nemlig *Dryas octopetala*, *Andromeda tetragona* og *Salix polaris*. Den sidste er Spitsbergens mest utbredte plante. Av de 126 karplanter som findes deroppe er de øvrige græs og urter.

Det nævnte artsantal er ikke stort; men det er dog større end man kunde vente efter breddegraden. Spitsbergens sommertemperatur er nemlig relativt høi, især paa vest- og nordkysten. Dette skyldes Golfstrømmens nærhet.

Paa 80° n. br. er der i Mosselbay fundet en middeltemperatur for juli av 5.3° C. og for august av 2.1°.

Til sammenligning kan anføres, at der paa det østenfor liggende Franz Josefs Land paa samme breddegrad er fundet en middeltemperatur for juli av 1.3° C. og for august av 0.2°.

Planterne findes som oftest spredt paa den av sten eller grus dækkede mark, fjeldmarken, som Warming kalder en saadan sparsomt bevokset bund i polarlandene. Sjeldnere slutter planterne sig sammen og danner samfund.

De planter som vi i størst mængde finder spredt paa fjeldmarken er *Saxifraga*-arter, *Draba*-arter, *Silene acaulis*, *Cerastium*-arter og *Papaver radicatum*, den vakre gule valmue, samt endel smaa græs. Det som er mest paafaldende ved disse fjeldmarksplanter er deres lave tætte vekst og den store mængde ofte intenst farvede blomster.

Tar man planterne op, finder man ogsaa et usedvanlig sterkt utviklet rotsystem.

De nævnte bygningstræk er et udtryk for de herskende kaar. Om disse vet vi, at Spitsbergens klima udmerker sig ved en kort sommer. Vegetationstiden indskrænker sig bare til juli og august og kan i disse maaneder oftere være avbrudt av kuldegrader.

Tiltrods for den relativt høie sommervarme er denne dog i virkeligheten lav og byr vanskelige vekstbetingelser. I den temmelig gunstig beliggende Green Harbour i Isfjorden, paa vel 78° n. br. er der for en kortere aarrække fundet en middeltemperatur for juli av 4.4° C. og for august av 3.9°.

Til sammenligning kan anføres, at den tilsvarende temperatur for Tromsø, beliggende paa 69° 39′ er 11 og 10.6°. Denne refererer sig dog til en længere aarrække.

Der er liten nedbør, og de planter som er knyttet til fjeldmarken risikerer ofte i vinterens løp at bli snebare og utsat for vind, der paa denne aarstid ofte er usedvanlig tør.

Til disse ugunstige kaar kommer ogsaa, at jorden er frosset i ringe dyp. Jordbundens kulde gjør, at planternes røtter har vanskelig for at opta det for dem tilgjængelige vand med de opløste næringsstoffer.

Uten at disse ugunstige kaar paa andre maater blev mildnet, vilde Spitsbergens plantevekst visnok være meget sparsom.

Det største gode, som tjener til at mildne kaarene, er det stadige lys under vegetationstiden.

Lyset er svakere end paa lavere bredder paa grund av solens ringe høide over horisonten. Men lyssummen er stor paa grund av dagens længde. Lysmængden blir derved tilstrækkelig for plantens ernæring, idet denne kan foregaa døgnet rundt.

Lysforholdene er saaledes gunstige.

Som der tidligere blev sagt, har Spitsbergen en positiv varmeanomali, som skyldes Golfstrømmens nærhet. Foruten den relativt høie lufttemperatur, der er av lokal natur, er der en eiendommelighet ved varmeforholdene, der likesom den stadige belysning skyldes de høie breddegrader og saaledes er fælles for alle polarlande.

De lave planter, som kun hæver sig ganske litet op over marken, nyder nemlig i virkeligheten godt av mere varme end den som maalinger av lufttemperaturen gir oplysning om. Dette er jo ogsaa tilfældet hos os. Men i polarlandene er forskjellen større end her.

Solvarmen er paa grund av straalernes skraa retning mindre end under lavere breddegrader; men den er dog ganske stor. At luften opvarmes saa litet kommer for en stor del derav, at meget av solvarmen den hele sommer forbrukes til smeltning av is og sne.

De solstraaler som træffer jorden opvarmer derfor denne og de lave planter sterkt. Marken og planterne opvarmes

forholdsvis mere ved bestraalingen end paa lavere bredder i mindre høider o. h.

Paa Kong Karls Land fandt man ved en lufttemperatur 1 m. o. marken av 2.3° C. ikke mindre end 5.2° omkring bladene paa en av de lave planter og 7.1° i selve jorden 10 cm. under overflaten. Solen hadde i mindst 8 timer været dækket av skyer og taake.

Paa en solbeskinnet skraaning i fjorden Bellsund, som har et mildere klima, blev der ved en lufttemperatur av 4.7° C. 1 m. o. marken fundet 15.5° inde i en tue av *Silene acaulis* og 9.3° i den dybde i jorden, hvor de fleste røtter fandtes (8 cm.). I en fjerdedels meters dyp var jorden frosset.

Som vi vet findes der lignende varmeforhold i vore fjeldtrakter. Planterne faar nyde godt av en meget større varmemængde end den som lufttemperaturen tilsier.

Den sterke bestraaling skyldes dog her tildels andre aarsaker. I de fjeld, som ikke har evig sne og is, og hvor den lave lufttemperatur kun skyldes høiden o. h., er det den tynde luft som er aarsaken til jordens og planternes relativt sterke opvarmning, idet den absorberer mindre varme end luften i lavlandet. Hvor der ligger evig sne og is kommer ogsaa den i polarlandene virkende aarsak til.

Vi vil forestille os, at vi gaar over Spitsbergens fjeldmark og stanser foran en *Silene acaulis*, hvis riktblomstrende plantelegeme som en liten rosafarvet pute er henlagt paa den nøkne jord uten i sin utvikling at være hindret av andre planter. Som lokalitet har vi valgt en paa Crossbays gunstige skiferbund, da et eksemplar herfra virkelig findes beskrevet i literaturen.

Vi undres paa, hvorledes denne vakre fremtoning paa den strenge naturs bud har indrettet sin husholdning under de givne kaar for at faa den form, i hvilken den aabenbarer sig for os.

Vi vil tænke os den, efterat den av frøet er spiret op til en liten plante, færdig til at begynde sin kamp for tilværelsen.

Den finder nok av næring og fugtighet, og uten konkurrent som den er kan den haabe at bli et stort og kraftig individ. Men den faar snart føle, at der er sat flere minus foran dens tilværelse. Det vand som dens mineralske næring findes opløst

i er saaledes i regelen meget koldt og har vanskelig for at trænge ind i røtterne, og er det optat, gaar det langsomt med dets fremtrængen til vekstpunkterne. Men den lille plante begynder med sin iboende fornuft paa det besværlige arbeide at gi roten en saa stor overflate som mulig, forat mere vand og mere næring kan faa anledning til at trænge ind.

For at faa dette til maa den de første aar nøie sig med et uansélig ydre. Den anskaffer sig bare ganske faa blade paa sine smaa skud. At den idethele kan faa stof nok til disse skylder den de heldige lysforhold som gjør, at den uavbrudt kan arbeide.

Dens skud er saa lave, at de kun hæver sig ganske litet op over marken. Dette er dog ikke efter plantens eget sind, men skyldes dens kloke formynder. I sit ubekjendtskap til verden omkring vilde planten gjerne ha strukket sine grener høiere op mot lyset, og den gjennem rot og blade optagne næring vilde vel ogsaa ha været tilstrækkelig dertil. Men lyset, som hjalp den saa godt i andre henseender, sa bestemt nei til dette krav, ikke for at skade, men for at gavne den. Det vidste nu ikke den unge plante, at al motstand, lyset bød, naar den vilde strække sig iveiret, kun var til dens eget gavn. Det skjønte den først senere, efterat den var blit en ansélig plante. De smaa stammer og grener fik ikke strække sig som de vilde, fordi der aldrig var nat. Kun i de mindst lyse timer fik de ubemerket lagt et bitte litet stykke til sin vekst.

Vi som betragter den forstaar, hvorfor der blev handlet klokt mot denne plante. Sammen med lyset kommer jo ogsaa varmen til jorden. Jo nærmere jorden jo mere varme. Under solskin trænger den i stor mængde ind i skud og røtter og gjør næringsoptagelsen og saftstrømningen lettere. Hadde planten faat strække sine skud i høiden efter eget behag, var disse kommet op i den kolde luft og i vinden, som der ikke er noget ly for, og denne vilde ha berøvet den for store mængder av det med saa megen møie optagne vand, hvorved plantens liv vilde bli truet.

Naar solskinnet forjager ishavstaaken har den lille polarplante sine livsaligste stunder. Da strømmer saften raskere gjennem dens legeme og den er paa høiden av livet. I saadanne solskinstimer er dens celler i travl virksomhet, og den

samler kræfter til at hævde sig i kampen mot de strenge magter, som kræver det ypperste av den som tegn paa dens ret til at bestaa.

Tvinges planten til at holde sig ganske lav, faar den til gjengjæld bre sig vidt utover den varmende jord. Ikke sjelden kan dens tuer naa over en halv meter i tvermaal.

Vor *Silene acaulis* har imidlertid ikke opnaaet en saadan størrelse. Men den er til gjengjæld smukt og harmonisk utviklet, uten medbeiler til pladsen som den er.

Ser vi nøiere paa dens smaa skud, finder vi, at der nedenfor aarets grønne blade sitter en mængde gamle visne fra tidligere aar. Dette gjør tuen tæt og fast, og vi skjønner, at der inde i den kan bli saa varmt som det førnævnte eksempel viser. De visne blade beskytter vel ogsaa de unge knopper mot den tørre vind, især om sneen skulde gaa tidlig væk om vaaren.

Det som dog især tiltrækker sig vor opmerksomhet er det tætte blomsterflor, som næsten skjuler de vegetative dele. Har den anvendt litet stof til sine grønne blade, har den til gjengjæld ikke sparet paa den fine rosenrøde væv, som dens vakre blomster er dannet av. Dette kunde synes ødselt; men vi kommer ved nærmene eftertanke til en anden opfatning, nemlig at dette er et nyt utslag av den høiere fornuft.

En art som nærmer sig grænsen for sin utbredelse maa ofte lægge særlig arbeide paa forplantningen. Dette gjælder især dem, som mangler vegetativ formering saaledes som *Silene acaulis*, der er helt henvist til frugtdannelsen.

Den kolde jord, der sammen med den stadige dag tvinger planten til at holde sig lav og til hvert aar bare at skaffe sig litet nyt til den dragt, dens vegetative liv er iklædt, tjener netop til at skaffe den en rigdom av blomster. At planten paa grund av jordkulden faar litet vand er nemlig heldig for dannelsen av dens florale system.

Den store blomsterrigdom er sikkert nødvendig i dette ugunstige klima, om der skal bli en sparsom frøsætning.

Vi har set *Silene acaulis* med forskjellig farvede blomster, fra mørkt rosafarvede gjennem lysere røde til svagt rosafarvede og helt hvite blomster. Vort individ har av de dypt røde. Denne sterke farve skyldes efter hvad man vet den

stadige dag, og den er derfor almindelig ogsaa hos mange andre polarplanter.

Vi venter kanske at faa se en liten fagervinget sommerfugl over de vinkende blomsterkrukker. Det vil vi dog ikke opnaa. Spitsbergens blomster maa nøie sig med ringere gjester. Er vi taalmodige, opnaar vi kanske at faa se en liten beskeden flue paa besøk.

Silene acaulis pleier i god tid at modne sine kapsler paa de lave varmesamlende tuer. Alt i midten av august har den gjerne færdige frø, som endnu har god tid til at spredes, før den lille fornøielige, hensigtsmæssig byggede plante glir ind i den lange vintersøvn for atter næste sommer at vækkes til fornyet liv.

I 1910, mens jeg endnu hadde indtrykkene fra mine reiser deroppe i friskt minde, skrev jeg i dette tidsskrifts junihefte en artikel om Spitsbergens plantevekst. Her er floraen skildret og de lokaliteter omtalt, som gir plads for Spitsbergens faa, lave plantesamfund, nemlig stranden med dens vegetation av karakteristiske saltelskende planter, der enten som paa sand eller grus vokser spredt eller som paa lerstranden danner smaa antydninger til arktiske strandenge, videre de vaate, svagt heldende fjeldskraaninger eller de flatbundede dale, hvor fugtighetselskende moser og karplanter danner sumpmark, nærmest etslags myrer, tundramyrer, paa frossen jord. Om tundramyrene i dalene skal her tilføies, at det senere har vist sig, at de ikke bare findes paa frossen jord, men ovenpaa mere eller mindre mægtige lag av is, den saakaldte jordbundsis.

Der blev videre omtalt, at de smaa dvergbusker, *Andromeda tetragona* og *Dryas octopetala*, undertiden slutter sig sammen til smaa partier av arktisk lyngmark paa et underlag av sand, mens græssene og urterne ofte danner artsrike forbund med stor blomsterrigdom paa øgruppens gunstigste lokaliteter, de mot syd vendende bratte fjeldskraaninger ved foten av klippestyrtninger. I disse kuldeørknens varmeoaser faar solvarmen baade paa grund av det herskende ly og den sterke heldning, der lar straalerne falde næsten lodret ind, komme planterne tilgode i en ganske anden grad end paa de øvrige

voksesteder, paa tundramyrene og stranden og fremforalt paa den plantefattige fjeldmark.

Der er ogsaa i den nævnte artikel omtalt og avbildet endel av de eiendommelige jordbundsstrukturer, som i literaturen gaar under navn av polygonmark og falsk polygonmark. Den første er fremkommet ved den lerholdige marks opsprækken i fem- eller sekskantede polygoner, hvis revner gir de spirende planter en smule ly, den anden, hvis dannelse er vanskeligere at tyde, udmerker sig ved at smalere eller bredere stenrænder omgir kantede eller rundagtige partier av finere materiale.

Naar jeg nu 10 aar senere efter opfordring skal gi et nyt bidrag til belysning av vegetationsforholdene deroppe, har jeg maattet vælge et andet emne, nemlig endel om planternes avhængighet av kaarene.

Nu da vi har faat suverænitet over øgruppen, kan det interessere at høre litt om de naturlige forhold, under hvilke livet utfolder sig deroppe, de kaar, som ogsaa menneskelivet skal prøve at hævde sig under.

Vi vet at den av spredte planter eller smaa samfund bestaaende vegetation ikke kan danne naturlige betingelser for nogen egentlig kultur. Kun et faatallig arktisk naturfolk skulde her ved hjælp av dyrelivet kunne finde de nødvendigste midler til livets ophold.

Der trænges imidlertid nu folk fra kulturlandene til at utvinde de store rigdomme, som fortidens mægtige planteliv har skjænket os. Hvorvidt disse mennesker kan klare sig under de ugunstige kaar beror paa de ledende kræfters gode, fra moderlandet medbragte kulturegenskaper.

Naar vore landsmænd stanser foran saadanne smaa polarplanter, som ved sin flid og nøisomhet kan bringe det til den rikelige blomsterdannelse og til en frugtsætning, der sikrer artens bestaaen, da vil de tænkende blandt dem forstaa, at det netop er de samme egenskaper, flid og nøisomhet, som vil skjænke dem det tilfredshetens blomsterflor, som er betingelsen for gode arbeidsresultater, de frugter, som en bestaaen av deres fædrelands suverænitet er betinget av.

Bokanmeldelser.

H. L. Sørensen: Norsk flora til bruk ved skoler og botaniske utflugter. Tiende utgave ved overlærer E. Jørgensen. XXXII + 223 s. 8vo. Kristiania 1920. (H. Aschehoug & Co.).

Atter foreligger en ny utgave av Sørensen's gamle velkjendte flora. Der gaar ikke lang tid mellem hver gang den utkommer — det bedste bevis paa hvilken sikker plads den har erobret sig og hvor utstrakt bruk der er for den.

Som de tidligere utgaver er ogsaa denne sidste holdt godt à jour. Selv arter som først ganske nylig er paavist her i landet er tat med. Der er ogsaa tat hensyn til mange av de nyeste kritiske utredninger av vanskelige formgrupper.

J. H.

S. Almquist: Sveriges Rosæ. Stockholm 1919.

Det er længe siden der i rosalitteraturen er fremkommet et saa merkelig arbeide som ovennævnte.

Det er bygget paa den kjendsgjerning, at det væsentlig er paa bladenes form og farve, at man kjender planterne. I rosaslegten er det blomstergrenenes blader, som avgir de bedste karakterer. Smaabladene her er fra nederst til øverst i form og serratur konstante for hver art. Forf. betegner dem med a, b, c, d, e. Artsbegrepet er sænket som i andre »kritiske« slegter. *Afzeliana* Fr. *(glauca + coriifolia)*, *canina* (herunder *dumetorum)*, *villosa*, *tomentosa*, *rubiginosa*, o. s. v. opfattes som kollektivarter. Det mest bemerkelsesværdige er de 31 arttyper, som gjenfindes ialfald i de fleste rosagrupper og som stemmer overens i alt væsentlig. De danner saaledes et baand mellem grupperne, hvorefter hele rosaomraadet ikke længer blir et kaos, men et oversigtlig system. Hver arttype danner normalt 2 arter, den ene blaagrøn, den anden grøn; begge kan optræ med glatte og haarede blade, isaafald er den ene art, den anden underart. Disse arttyper er anskueliggjort ved tydelige tegninger, og det skulde ved hjælp av dem og forfatterens bestemmelsestabel ikke synes vanskelig for et øvet

botanisk øie at bestemme korrekt. Men man maa desværre regne med »den store varietetslatituden till nästan alla delar hos samtliga arttyper«, hvilket forf. nøiere gaar ind paa. Exsiccater er derfor nødvendige; et par er utgit i Sverige, et hos os i 3 fascikler av Fr. Jebe. De aller fleste bestemmelser er av Almquist. De norske roser er i flere henseender forskjellige fra de svenske, idet de staar nærmere den vesteuropæiske flora. En nærmere utredning av artene og deres utbredelse vil saaledes være av stor interesse, og det henstilles til botanikere at gjøre indsamlinger, saa vi om ikke længe kunde faa en oversigt over dem.

Carl Traaen.

Hans Molisch: Populäre biologische Vorträge. 278 s. 8vo. Med 63 tekstfigurer. Jena 1920. (Gustav Fischer).

Alle biologisk interesserte vil ha glæde av at studere denne bok, som bringer en samling foredrag av den bekjendte plantefysiolog, prof. Molisch i Wien. Foredragene handler især om emner hentet fra plantefysiologien, enkelte om emner fra botanikens historie eller fra den almindelige biologis omraade. I to foredrag skildrer forf. sine indtryk fra en forskningsreise i Sydøstasien.

Boken er et mønster paa god populær fremstilling. Emnerne og stoffet er valgt med sikkert skjøn om hvad der vil interessere — og vil kunne læses med utbytte av — et større publikum. Foredragene bringer en mængde kundskapsstof som vil ha nyhetens interesse for de fleste læsere, men teksten virker allikevel paa ingen maate overlæsset. Fremstillingen er usedvanlig klar og grei, og forf. forstaar som faa den kunst at gjøre et vanskelig spørsmaal let fattelig ved hjælp av et vel valgt eksempel.

Adskillige av de forsøk han beskriver vil enhver let kunne gjøre efter. *J. H.*

O. Helms: Fuglene ved Nakkebøllefjord. 226 sider. Med 3 karter og 87 fotografier. (Særtryk av Dansk Ornithologisk Forenings Tidsskrift). Kjøbenhavn 1919.

Forfatteren som er overlæge ved sanatoriet i Nakkebøllefjord, Fyen, beretter i dette arbeide om sine iagttagelser over

fuglelivet paa nævnte sted. Iagttagelserne angaar saavel land- som sjøfugl og er gjort i løpet av 10 aar indenfor et begrænset omraade (40 km.^{2}), hvorav igjen en mindre del har været det daglige observationsfelt.

For norske læsere vil særlig den biologiske side av arbeidet være av interesse. De fleste av artene har vi ogsaa i vort land og da forfatteren er en god iagttager og skildrer, vil fuglevenner ogsaa hos os ha utbytte og glæde av at følge ham i hans omtale av de forskjellige arters optræden og levevis. Kapitlet som omhandler forfatterens bestræbelser for at skaffe fuglene gunstige livs- og hækkebetingelser vil sikkert læses med sympati. Boken er utstyret med en række smukke fotografier av redeomgivelser, reder, unger o. l.

Sigurd Johnsen.

Smaastykker.

Norsk geologisk Forening. I møtet lørdag 13de december 1919 holdt docenten dr. Pentti Eskola fra Helsingfors foredrag om: Orijärvi malmfelt och de metasomatiska omvandlingarne i silikatbergarterna.

Foredragsholderen gav en oversigt over de malmgeologiske resultater han var kommet til ved sit studium av bergartene i det arkaeiske omraade av det sydvestlige Finland[1]).

Derpaa holdt statsgeolog Olaf Andersen foredrag: Nogen bemerkninger om optisk glas[2]).

Ved De forenede Staters indtræden i krigen var fremstillingen av optisk glas et av de mange tekniske krigsproblemer, som maatte løses. Flere optiske fabrikker og glasverk hadde tidligere gjort forsøk, men uten synderlig held. Det videnskabelige institut, hvis assistanse da i første række blev paakaldt, var Carnegie Institutets geofysiske laboratorium. Dette laboratorium hadde aldrig tidligere befattet sig med tekniske problemer; men det blev antat, at laboratoriets mangeaarige eksperimentelle arbeide med silikater og silikatsmelter

---

[1]) P. Eskola: On the Petrology of the Orijärvi Region in Southwestern Finland. Bull. Comm. géol. d. Finl. Nr. 40, 1914.

[2]) Trykt i Bergverksnyt 1920, nr. 7 ff.

og dets videnskabelige funktionærers alsidige erfaring i præsisionsarbeide vilde bli av stor værdi, naar det gjaldt hurtigst mulig at faa istand en produktion av saa fordringsfulde materialer som o p t i s k g l a s. Denne antagelse viste sig at være rigtig. Det lykkedes den amerikanske regjering, væsentlig ved det geofysiske laboratoriums hjælp, i løpet av forholdsvis kort tid at faa istand en produktion, som tilfredsstillet alle krigsbehov. I dette arbeide deltok praktisk talt alle laboratoriets fysikere, kemikere og geologer.

De krav som stilles til optisk glas for at det skal være tilfredsstillende for præsisionsinstrumenter er væsentlig følgende: 1) Det maa ha en lav lysabsorption (slippe alt lys igjennem) og være saavitt mulig farveløst. 2) Det maa være homogent (ensartet), d. v. s. i størst mulig utstrækning frit for »stener« (indeslutninger), luftblærer og »slirer«. 3) Det maa ikke være under sterk indre spænding. 4) Det maa være haardt og kemisk stabilt. 5) Det maa tilfredsstille ganske bestemte specifikationer med hensyn til optiske konstanter, d. v. s. brytningsindices for forskjellige bølgelængder.

De vigtigste bestanddele som indgaar i optisk glas er: SiO_2, K_2O, Na_2O, CaO, BaO, ZnO, PbO, B_2O_3 og Al_2O_3. Raamaterialene er oksyder (delvis hydroksyder) og karbonater. Sulfater og klorider undgaaes. De værste forurensninger er Fe-, Ni- og Mn-oksyder, som alle er sterkt farvende.

Smeltningen foregaar i ildfaste lerdigler, som maa være saa jernfrie som mulig, litt jernoksyd bør de indeholde for at være tilstrækkelig sterke. I det sidste har man ogsaa med held forsøkt digler av en porcelænslignende masse. Diglerne har gjerne et indre volum av omkring ½ kbm.

Digelen smøres indvendig med smeltet skrapglas av samme sort som det glas der skal fremstilles, og fyldingen av selve glasmassen foregaar dernæst saa hurtig som mulig. Hele fyldingen tar gjerne 6—8 timer. Saasnart digelen er fuld, sættes en kontinuerlig røring igang ved hjælp av en maskin som gir rørstaven en cirkulær og tildels op- og nedgaaende bevægelse. Rørstaven er et nedentil lukket, cylindrisk rør av samme sammensætning som digelen.

Efter 7—8 timers røring begynder avkjølingen. En urigtig avkjøling vil bevirke at digelens indhold sprækker op paa en ufordelagtig maate, ofte i regelmæssige, tynde prismer (i likhet med basaltsøiler), hvorved hele smelten blir værdiløs. Avkjølingsperioden varer 3—4 dage, hvorefter glasset brytes op og underkastes den første inspektion.

Det glas, som findes brukbart, formes ved støpning eller presning til blanketter som anvendes ved slipningen. Glasset tilhugges da i stykker av passende størrelse og ophetes til det saavidt blir bløtt. Ved støpning lægges glasstykkerne i for-

mer som sættes i ovnen, og naar glasset blir bløtt utfylder det formene. Ved presning opvarmes glasstykkerne og bringes i bløt tilstand under hydrauliske eller pneumatiske presser, hvor det gives den ønskede form.

Den mængde brukbart glas, som man efter alle disse processer faar tilbake, utgjør bare en brøkdel av den oprindelige smelte. Ved nøiagtig arbeide vil et gjennemsnitsutbytte av ca. 20 pct. være alt som kan ventes.

Optisk glas av mindre god kvalitet fremstilles efter en anden metode end den antydede, nemlig ved valsning av tykke plater som ved speilglasfabrikation og senere opdeling av platerne.

En av de værste mangler optisk glas kan ha er at det indeholder krystaller av en eller anden sort. Krystaller, »stener«, i glasset skriver sig 1) fra digelen, 2) fra uopløste bestanddele, 3) fra brudstykker av ovnshvælvet, 4) fra devitrifikationsprodukter[1]).

Digelstenene bestaar hovedsagelig av sammenfiltrede naaler av silimanit med glasmellemrum. Man finder de samme slags digelstener, uanset sammensætningen av glasset. En tynd hinde som danner sig over hele digelens indside, er opbygget paa samme maate som digelstenene.

De brudstykker som falder ned i smelten fra ovnshvælvet vil danne »stener«, hvis natur avhænger av materialet i ovnshvælvet. Hvor dette som næsten altid i De forenede Stater bestaar av silikatsten, dannes naturligvis kiselsyremodifikationer, gjerne tridymit eller sjeldnere kristobalit, i forholdsvis store krystaller. Devitrifikationsstener kan dannes paa forskjellige stadier av glasfremstillingen: 1) Under den sidste del av smelteperioden, 2) under avkjølingen av smelten, enten mens denne endnu er flytende eller efter at den er stivnet, 3) under opvarmningen av glasset ved støpning og presning og 4) under den varmebehandling som finder sted for at bortta spændinger i glasset.

Iagttagelser av forholdet mellem smelten og digelen viser at der ikke sker nogen synderlig stoftransport ind i digelvæggen. Smeltens væsentligste virkning er at frembringe en krystallisation (særlig av *silimanit*) i et tyndt skikt, hvor smelten har anledning til at virke som flusmiddel.

Man har ikke i nogen smelte av silikatglas fundet en separation i to leier som ikke blander sig med hinanden. Glassmeltningen stadfæster saaledes den gamle erfaring, at silikatsmelter blandes i alle forhold.

---

[1]) Devitrifikation kaldes det fænomen, at der naar en smeltet glasmasse stivner, i glasset utskilles visse krystallinske smaapartikler, saa glasset blir urent og ikke homogent. Red.

Paa den anden side fremhæver erfaringene fra glassmeltningen, at der skal specielle betingelser til for at frembringe en fuldstændig homogen silikatsmelte. Disse betingelser opfyldes aldrig, selv under den nøiagtigste glassmeltning. Der er flere kræfter som motarbeider homogenitet. For det første den omstændighet at de forskjellige bestanddele som utgjør den usmeltede glasblanding har meget forskjellige smeltepunkter. I en blysilikatblanding begynder saaledes blyoksyd at smelte ved en lav temperatur og synker tilbunds, idet det opløser endel kiselsyre underveis. Resultatet er en smelte med tungt blysilikat paa bunden og lettere, kiselsyrerikere smelte — ofte med uopløst kvarts — øverst. Der skal utføres et stort arbeide av diffusionskræftene[1]) førend en saadan smelte blir homogen. En anden faktor som motarbeider homogeniteten er forflygtigelsen av visse bestanddele fra smeltens overflate. Blyoksyd, borsyre og alkalier er alle mere eller mindre flygtige ved de temperaturer, som hersker under glassmeltning, og der forflygtiges i løpet av en smelteperiode ikke ubetydelige mængder av disse bestanddele. Der vil nærmest overflaten dannes et lag som er fattigere paa de flygtige bestanddele end den underliggende del av smelten. En tredje aarsak til heterogenitet (uensartethet) er smeltens delvise opløsning av digelen. De uundgaaelige »slirer«, som ødelægger saa store dele av de fleste smelter skyldes væsentlig disse langsomt diffunderende lerjordsilikatopløsninger fra digelen. *Rolf Falck-Muus.*

Norsk ornithologisk Forening. Under dette navn er nylig stiftet en forening, hvis formaal er »at fremme det almene kjendskap til Norges fugler og virke for bevarelsen av vor oprindelige fauna«. I den hensigt vil foreningen bl. a. utgi et ornithologisk tidsskrift med konservator H. Tho. L. Schaanning, Stavanger museum, som redaktør.

Basismaalingen paa Spitsbergen. For at undgaa misforstaaelser maa jeg gjøre en tilføielse til min artikel om landmaalingen paa Spitsbergen. Naar feilen ved basismaalingen, s. 86, er angit til 1 mm. pr. km., saa er denne grad av nøiagtighet at forstaa som resultatet av maalingen i marken. Men det har hittil ikke været anledning til at faa bestemt selve strengens længde med tilsvarende nøiagtighet, saa den samlede feil i basismaalingen nok kan være adskillig større.

Oktober 1920. *W. Werenskiold.*

---

[1]) Diffusion er det fænomen, at vædsker eller luftarter, som er i berøring med hinanden, litt efter litt blander sig uten at undergaa kemisk forandring, selv om de er av forskjellig tyngde. F.-M.

Nye bøker.

Til redaktionen er indsendt:

Geofysiske publikationer. Utgit av den geofysiske kommission. Vol. I. Nr. 1. (L. Vegard and O. Krogness: The position in space of the Aurora polaris. From observations made at the Haldde-Observatory 1913—1914. 172 s. 4to. Med 37 tekstfigurer og 28 plancher. Kristiania 1920). — Vol. I. Nr. 2. (J. Bjerknes: On the structure of moving cyclones. 8 s. 4to. Med 6 tekstfigurer. Kristiania 1919).

Helge Holst: Vort fysiske Verdensbillede og Einsteins Relativitetsteori. 102. s. 8vo. Med 20 tekstfigurer. Kjøbenhavn og Kristiania 1920. (Gyldendalske Boghandel).

Danmarks Fauna. Udg. av Dansk Naturhist. Forening. 24. A. C. Jensen-Haarup: Cikader. 189 s. 8vo. Med 79 Afbildninger. København 1920. (G. E. C. Gad).

Halfdan Lange: Fugleliv i Ribes Omegn. 156 (+ 9) s. 8vo. 6 tekstfigurer. Viborg 1919. I kommission hos P. Haase, Kjøbenhavn.

Mikkjel Fønhus: Det skriker fra Kverrvilljuvet. 157 s. 8vo. Kristiania 1920. (H. Aschehoug & Co.).

Georg Haarh: Fjerne Sole. 122 s. 8vo. Med 12 tekstfigurer. København og Kristiania 1920. (Martin's Forlag).

Juleaften paa Landet. Redigert av Thormod Skatvedt. Norsk Landmandsblads Julehefte. 30 s. 4to. Kristiania 1920.

Verdenskrigen

maner os til at forøke vort lands dyrkede arealer, for om mulig at kunne brødføde os selv. Dette sker billigst ved *myrdyrkning,* og myreiere faar gratis veiledning i myrenes utnyttelse til *opdyrkning, torvstrø* eller *brændtorv* ved henvendelse til

Det Norske Myrselskap, Kristiania.

Myrselskapets medlemmer erholder tidsskriftet „**Meddelelser fra Det Norske Myrselskap**"; som utkommer 6 gange aarlig, gratis tilsendt. Aarspenge 2 kr., livsvarig bidrag 30 kr. Prøvenummer av tidsskriftet sendes paa forlangende.

Dansk Kennelklub.

Aarskontingent 12 Kr. med Organ *Tidsskriftet Hunden* frit tilsendt.

Tidsskriftet Hunden.

Abonnem. alene 6 Kr. aarl.; Kundgjørelser opt. til billig Takst. Prøvehefte fri

Dansk Hundestambog. Aarlig Udstilling.

Stormgade 25. Aaben fra 10—2. Tlf. Byen 3475. København B.

Dansk ornithologisk Forenings Tidsskrift,

redigeret af Overlæge O. Helms, Nakkebøllefjord pr. Pejrup, udkommer aarligt med 4 illustrerede Hefter. Abonnementspris 5 Kr. Prøvehefte gratis.

1905-fondet for landbruksforskning i Norge.

Det bekjendtgjøres herved, at fristen for indlevering av besvarelse av de to i 1918 av fondets styre opstillede prisopgaver er forlænget til 1ste mars 1921. Belønningen er sat til kr. 1000 for hver opgave.

Som nye prisopgaver, med en belønning for hver av dem paa kr. 2000 er opstillet:

1. „Hvilke faktorer øver indflytelse paa kornvarernes kvalitet og hvorledes kan denne bedømmes i den praktiske kornomsætning? Spørsmaalet bør belyses ved egne undersøkelser". Indleveringsfrist 1ste mars 1922.

2. „Der ønskes en fyldestgjørende undersøkelse som ved egne analyser belyser spørsmaalet om, hvormeget nyttig plantenæring der aarligen bortføres til havet gjennem et av vore større vasdrag". Indleveringsfrist 1ste mars 1923.

Av hovedfondets midler vil i 1920 bli anvendt indtil kr. 2000 til understøttelse av landbruksvidenskapelige arbeider, forsøk m. v. Av Kr. Kolkinns legat vil kunne erholdes indtil kr. 1500 til understøttelse av videnskapelig forskning av melken, dens kemi m. m.

Utførligere bekjendtgjørelse se: „Norsk Kunngjørelsestidende" nr. 72 for den 8de mars d. a. Nærmere oplysninger ved henvendelse til professor Myhrwold, f. t. styrets formand, Landbrukshøiskolen. (H. O. 4840).

NATUREN

ILLUSTRERT MAANEDSSKRIFT FOR POPULÆR NATURVIDENSKAP

UTGIT AV BERGENS MUSEUM, REDIGERT AV PROF. JENS HOLMBOE MED BISTAND AV PROF. DR. AUG. BRINKMANN, PROF. DR. BJØRN HELLAND-HANSEN OG PROF. DR. CARL FRED. KOLDERUP

JOHN GRIEGS FORLAG - BERGEN

Nr. 11—12 44de aargang - 1920 Novbr.-decbr.

Smithsonian Institution APR 1 8 1921 National Museum

INDHOLD

B. HANSTEEN CRANNER: Prof. Dr. Wilhelm Pfeffer 321
TORBJØRN GAARDER: Professor August Krogh 328
TH. HESSELBERG: Veirvarsling for flyvere 331
BJØRN HELLAND-HANSEN og FRIDTJOF NANSEN: Klimavekslinger og deres aarsaker 347
JAMES A. GRIEG: Lægger rugden to kuld om aaret? 361
J. FR. SCHROETER: Kometer i 1919 368
BOKANMELDELSER: M. K. Håkonson-Hansen: Om veir og vind i Trondhjem (H.). — J. Runnström: Befruktningens och Fosterutvecklingens Problem (Aug. Brinkmann). — E. S. Johansen: Moderne anskuelser om elektricitet og stof (Bj. Bjerke) 374
SMAASTYKKER: Hans Reusch: Noget nyt om isbræer. — H. R.: Underlig formede enerkrat. — Herman Holst: Litt om tamme ekorn og smaafugl ved Mesnalien. — H. Aanestad: Pindsvinets spredning paa Jæren. — Henrik Printz: Lundseneren. — Kr. Irgens: Temperatur og nedbør i Norge 377

Pris 10 kr. pr. aar frit tilsendt
Kommissionær
John Grieg
Bergen

Pris 10 kr. pr. aar frit tilsendt
Kommissionær
Lehmann & Stage
Kjøbenhavn

NATUREN

begynder med januar 1921 sin 45de aargang (5te rækkes 5te aargang) og har saaledes naadd en alder som intet andet populært naturvidenskabelig tidsskrift i de nordiske lande.

NATUREN

bringer hver maaned et *rikt og alsidig læsestof*, hentet fra alle naturvidenskapernes fagomraader. De fleste artikler er rikt illustrert. Tidsskriftet vil til enhver tid søke at holde sin læsekreds underrettet om *naturvidenskapernes vigtigere fremskridt* og vil desuten efter evne bidra til at utbrede en større kundskap om og en bedre forstaaelse av *vort fædrelands rike og avvekslende natur.*

NATUREN

har til fremme av sin opgave sikret sig bistand av *talrike ansete medarbeidere* i de forskjellige deler av landet og bringer desuten jevnlig oversættelser og bearbeidelser efter de bedste utenlandske kilder.

NATUREN

har i en række av aar, som en anerkjendelse av sit almennyttige formaal, av Norges Storting mottat et aarlig statsbidrag som fra 1ste juli 1920 er forhøiet til kr. 2500.

NATUREN

burde kunne faa en endnu langt større utbredelse, end det hittil har hat. Der kræves *ingen særlige naturvidenskabelige forkundskaper* for at kunne læse dets artikler med fuldt utbytte. *Statsunderstøttede folkebiblioteker og skoleboksamlinger faar tidsskriftet for under halv pris (kr. 4.00 aarlig, frit tilsendt).* Ethvert bibliotek, selv det mindste, burde kunne avse dette beløp til naturvidenskabelig læsestof.

NATUREN

utgis av *Bergens Museum* og utkommer i kommission paa *John Griegs forlag;* det redigeres av professor *Jens Holmboe*, under medvirkning av en redaktionskomité, bestaaende av: prof. dr. *A. Brinkmann*, prof. dr. *B. Helland-Hansen* og prof. dr. *Carl Fred. Kolderup.*

Smithsonian Institution
APR 18 1921
National Museum.

Prof. Dr. Wilhelm Pfeffer.

(Mindetale holdt i Videnskapsselskapets mat.-naturvid. klasse den 24de september 1920).

Av Prof. Dr. **B. Hansteen Cranner.**

Den 31te januar 1920 har den plantefysiologiske videnskap mistet sin genialeste fører og mester, Leipzigeruniversitetet en av sine mest fremragende lærerkræfter og vort videnskapsselskap et av sine mest berømte medlemmer, nemlig Geheimrat Prof. Dr. Wilhelm Friedrich Philip Pfeffer.

Pfeffer blev født 9de mars 1845 i Grebensheim ved Cassel av forældre apoteker Wilhelm Pfeffer og hustru Louise Theobald.

Som søn av en apoteker begyndte han ogsaa som saadan og knapt 20 aar gammel, i februar 1865, tar han ogsaa doktorgraden i Gøttingen paa en ren kemisk farmaceutisk avhandling over glycerinets derivater og deres overføring i allylen.

Men saa vier han i overensstemmelse med sin specielle eminente begavelse hele sit liv til botaniken og da meget snart til plantefysiologien, som han studerer i Gøttingen, Marburg, Würzburg og Berlin med datidens største botanikere, Julius Sachs og Nathanael Pringsheim, som sine lærere. I 1871 habiliterer han i Marburg med en helt plantefysiologisk avhandling over indflydelsen av det farvede lys paa kulsyrens omdannelse i planterne; i 1873 kaldes han til ekstraordinær professor i Bonn og saa til ordinarius i Basel, 1878 i Tübingen og 1887 i Leipzig, hvor han overtar stillingen efter Schenk som leder av det derværende botaniske institut og den botaniske have.

Her forblir han nu, trods en senere kaldelse til München, til sin død og gir disse 33 aar sit institut verdensry som det sted, hvor saa at si alle plantefysiologer fra de forskjelligste land hele verden over har faat sin videnskabelige utdannelse under hans aandrike ledelse. Kommer saa hertil Pfeffers egen vældige videnskabelige produktion, som omfatter ikke mindre end 96 gjennemgaaende meget omfangsrike avhandlinger, hvorav de aller fleste har været av grundlæggende og epokegjørende betydning for den moderne plantefysiologi, er det intet under, at man ikke alene i hans eget land, men overalt, hvor videnskap dyrkes, har kappedes om at vise ham ære og udmerkelse. Han var æresmedlem eller medlem av alle videnskapsselskaper hele verden over og indehaver av flere høie ordener.

Ved vort universitet blev han æresdoktor i 1911.

Efter i 1867—69 at ha debutert med nogen forøvrig meget bemerkelsesværdige arbeider av rent floristisk-plantegeografisk art over mosfloraen i de rhätiske alper, begynder han sin virksomhet som plantefysiolog, da han i 1870 kommer til Julius Sachs i Würzburg, hvis institut dengang var stedet for det intensiveste liv paa plantefysiologiens omraade — sammenlignbart med Liebigs laboratorium i Giessen.

I de første 1870-aar fremkommer han nu med vigtige

arbeider over kulsyreassimilationen og eggehvitestoffenes dannelse, omdannelser og vandringer under frøets spiring samt over den morfologiske utvikling hos Selaginellakimen og blomstene hos Primulaceer og Ampelidaceer. Men saa kaster han sig allerede i 1873 væsentlig over studiet av bevægelsesfænomener og irritabilitet hos planterne og grundlægger nu straks ved flere hurtig paa hinanden følgende mesterlige arbeider over Mimosa-bladenes og Cynaree-støvbladenes seismonastiske og blomsters og blades thermo- og fotonastiske bevægelser planternes bevægelsesfysiologi paa en saadan maate, at denne endnu i dag maa siges at utgjøre den bedst fundamenterte og bearbeidede del av den hele plantefysiologi.

Under disse arbeider paaviser han bl. a. de store osmotiske trykkræfter og trykforandringer i cellerne, og da forklaringen av disse ikke kunde bringes i overensstemmelse med de da herskende forestillinger om det osmotiske tryk, leder dette til hans i 1877 utkomne berømte arbeide: Osmotische Untersuchungen, som vel maa ansees som Pfeffers betydeligste og altid vil komme til at maatte regnes blandt de samlede naturvidenskapers klassiske verker. Ti ved en likefrem genial eksperimentation løser han her ikke alene osmosens problem, men gir ogsaa en fysikalsk metode for den eksakte maaling av opløsningers osmotiske tryk, en metode som utgaaende fra plantecellen som model kom til at virke langt utover fysiologiens gebet, idet den blev grundlæggende for utviklingen av de moderne kemisk-fysiske teorier om opløsninger.

Nu aapner der sig for ham en hel fylde av nye synspunkter, som gir anledning til en række fremragende teoretiske og eksperimentelle undersøkelser i de første 1890-aar over energetik samt tryk- og arbeidsydelse hos planterne og som leder ham til væsentlig ved teoretiske spekulationer at opstille det postulat, at det som i den levende celle er ansvarlig for den stoflige vekselvirkning med omgivelserne, ikke, som man indtil da med Naegeli mente, er den hele plasmakrop, men en særlig, semipermeabel, plasmatisk hud, som omgir cellen saavel utadtil som indadtil mot saftrummene. Og uagtet endnu ingen har set disse plasmahuder selv med de bedste optiske hjælpemidler, regner man nu overalt,

ikke alene i plante-, men ogsaa i dyrefysiologien, med deres almindelige eksistens som en kjendsgjerning, og deres kemisk-fysiske natur utgjør for tiden et av de mest aktuelle og omstridte spørsmaal inden den samlede fysiologi.

Imidlertid skjænket Pfeffer ogsaa i 1880-aarene — som ordinarius i Tübingen — videnskapen flere likeledes banebrytende og grundlæggende specialarbeider paa andre fysiologiske omraader. Saaledes mesterlige undersøkelser over kemotaktiske retningsbevægelser hos spermatozoer og mikroorganismer, over anilinfarvestoffers optagelse i levende celler og over det oxyderende stofskifte. Her paaviser han dels, at de Weberske love, som er bestemmende for forholdet mellem sanseindtryk og sansning hos mennesket, ogsaa gjælder planternes sanseliv, dels grundlægger han læren om vitalfarvningen, som nu spiller en høist aktuel rolle som grundlag for de moderne studier over stofoptagelsens mekanik hos saavel dyrs som planters celler, og endelig opklarer han surstofaandingens kemismus i sine hovedtræk.

Til alt dette kommer saa endnu foruten bl. a. en række glimrende eksperimentalarbeider i 1907—1911 over søvnbevægelser hos blader hans store plantefysiologi som omfatter 2 bind, s t o f v e k s e l og k r a f t v e k s e l, og hvorav første utgave utkom i 1881, 2den utgave i 1897 og 1901—1904.

Dette verk, som er oversat til fransk og engelsk, kommer altid til at danne epoke, og dets indflydelse paa plante- og dyrefysiologien er stadig blit større og større. Det gir ikke alene en skarpsindig og kritisk siktning av al foreliggende plantefysiologisk forskning, men saa at si alt, hvad der endnu kan tænkes av plantefysiologiske spørsmaal, er her allerede drøftet og behandlet. Særlig den sidste betydelig økede utgave paa over 1600 sider repræsenterer et fond av tanker og viden uten sidestykke. For mindre indviede er den derfor meget vanskelig og tung at læse — men utbyttet er stort og man læres op i eksakt tænkning.

Erindrer man nu endelig ogsaa, at der av hans elever under hans ledelse er utført 235 værdifulde tildels endog helt banebrytende arbeider, hvis maal spænder over hele plantefysiologiens samtlige omraader, vil man erkjende det tita-

niske omfang av Pfeffers genius. En forskerbegavelse, som det for tiden ikke blir mulig at erstatte helt.

Karakteristisk for Pfeffers forskning er foruten hans geniale skarpsindighet, experimentale overlegenhet og overvældende store kundskapsfylde ikke alene paa fysiologiens, men ogsaa paa kemiens og fysikens omraade, en til det yderste naaende eksaktitet og samvittighetsfuldhet i arbeidet. Helt betegnende er det da ogsaa, at han like før sin død hadde brændt op alle ufærdige manuskripter, for at disse ikke skulde kunne offentliggjøres uten at han selv fik lagt sidste haand paa dem. Pfeffer var renskaaren teoretiker. Hans arbeider var allesammen av rent videnskabelig art, og heri ligger aabenbart grunden til, at han, trods han hører til vort og forrige aarhundredes største naturforskere, er saa merkelig litet kjendt blandt det store publikum. Like før hans død fremkom der et forslag om, at hans institut skulde utvides og at al anvendt landbruks- og forstvidenskabelig botanik i Sachsen skulde koncentreres der sammen med den rent teoretiske. Men dette forslag satte Pfeffer sig imot med neb og klør like til det sidste.

Med hensyn til alt, hvad der angik ham selv, var Pfeffer en meget indesluttet karakter; han likte aabenbart ikke at tale om sig selv og sine personlige forhold; kun naar det gjaldt videnskabelige spørsmaal aapnet han sig straks helt. Han hørte til den nu desværre mer og mer sjeldne type av mennesker, som betragter nøkterne livsvaner og intenst arbeide som midler til den høieste livslykke. Hele aaret igjennem stod han op allerede kl. 5 og holdt forelæsninger kl. 7 om morgenen.

Saaledes som Pfeffer hvad begavelse angaar raget et hode op over andre, gjorde han det ogsaa rent legemlig. Han var usedvanlig høi, en imponerende skikkelse i det hele tat — særlig ved den store, høie pande, det helt igjennem geniale fysiognomi og de store, vakre øine, som altid straalet ikke alene av aand, men ogsaa av ren uforfalsket godhet. Han hadde et stort og ædelt hjerte og glemte alrig de av sine elever, som han hadde faat tilovers for.

Men like over for alle disse sine elever, som aarlig, like til det sidste, fra alle verdensdeler, Europa, Amerika og Asien,

samledes i skarer paa hans institut for her at faa sin sidste utdannelse under hans mesterlige ledelse, var han streng, likegyldig hvem det gjaldt, om de kom til ham som begyndere eller om de allerede i sit hjemland var naadd op i de høieste videnskabelige stillinger. Likesom til sig selv, satte han ogsaa til dem den fordring, at de skulde ofre sin videnskap hele sin interesse, utnytte tiden til det yderste og fremforalt vise den pinligste nøiagtighet i arbeidet. Men netop derfor følte man sig vel, og sikkerlig vil iallefald de fleste av hans elever altid betragte tiden paa hans institut som den skjønneste og mindeværdigste under hele deres utvikling.

Av inden- og utenlandske elever hadde Pfeffer i alt ikke mindre end 261, og av disse er nu mindst 97 professorer eller docenter ved universiteter eller andre høiskoler, og mange av dem hører til nutidens mest fremragende og kjendte botanikere, saaledes Correns, Fitting, Czapek, Nathansohn, Johannsen, Eriksson, Lepeschkin, Miyoshi, Shibata, Winkler o. fl. a.

Imidlertid er det ikke alene herigjennem, at Pfeffers institut er blit verdensberømt, men ogsaa derved, at det i alle henseender var mønstergyldig indrettet, og da ikke mindst ved alle dets mangeartede, videnskabelige hjælpeapparater, som for en væsentlig del var konstruert av Pfeffer selv. Han var nemlig ogsaa en fremragende opfinderbegavelse i teknisk henseende. Det var rene præcisionsapparater, han selv konstruerte; saaledes t. eks. hans store auxanometer til automatisk registrering av plantens tilvekstbevægelser. Og denne tekniske dygtighet kom ogsaa til uttryk ved de talrike glimrende demonstrationsforsøk, hvormed han altid ledsaget sine forelæsninger. Han var bl. a. den første, som under forelæsninger demonstrerte en plantes liv fra vuggen til graven kinematografisk, saaledes at man fik se selv de mindste detaljer i dens vekstbevægelser og fremadskridende utviklingsfaser, og disse kinematografiske billeder fremstillet han selv paa en sindrig maate paa sit institut.

I den sidste tid led Pfeffer av en arteriosklerose, og i det sidste halvaar syntes hans kræfter at ha begyndt at avta kjendelig, samtidig som han da ogsaa led meget av sjælelige depressioner, saa han ofte frygtet for at bli gal. Han

ønsket derfor ogsaa at dø. Dagen før sin død holdt han sin sidste plantefysiologiske forelæsning i vintersemestret. Og denne skulde da overhodet bli den sidste han holdt; ti det var hans ønske at læse noget andet i sommersemestret og saa ta avsked til høsten. Og tanken paa at han nu skulde maatte forlate sin store embedsbolig med de mange lyse minder fra det bundlykkelige hjem, han hadde, og sit store velindrettede institut, hvor han hadde utført saa mange av sine store, geniale arbeider og hvor han hadde git saa mange plantefysiologer deres videnskabelige utdannelse, bidrog naturligvis ogsaa i høi grad til at gjøre ham mismodig. Under denne sidste forelæsning skal han ha været usedvanlig oplivet og aandrik, og han kom straks efter meget eksaltert op til sin hustru og sa: »Ak, var jeg nu bare faldt død om, da jeg var færdig«. 30 timer efterpaa fandt hans hustru ham sittende død paa sin stol i sit laboratorium. Et hjerteslag hadde gjort ende paa hans kostbare liv.

Foruten sygdommen og tanken paa sin avsked var ogsaa verdenskrigen en aarsak til hans stadig tiltagende mismot. Ikke alene tanken paa, at nu kjæmpet saa mange av hans kjære elever i indland og utland mot hinanden og dræpte hverandre, men ogsaa tanken paa hans fædreland, som han elsket saa glødende, tæret mer paa ham, end nogen ante. I februar 1915 feiret han i Leipzig sit 50-aars jubilæum som doktor, og sine 70 aar i en paa grund av krigen engere kreds av elever og kolleger. Ved middagsbordet holdt han en tale, hvori han væsentlig erindret de elever, som nu stod mot hverandre ved fronten, og herunder brast han i graat.

Hvor meget hadde han ikke ogsaa gjort for ved sin store internationale skole netop at skaffe brorskap mellem folkene, og hvad var nu resultatet av hans store tanke!

Og saa kom til alt dette det store offer han selv maatte bringe tilslut. Hans søn og eneste barn, som netop var blit gift, og som han satte store forhaapninger til som fysiker, blev trods sin svakelighet utkommandert og falder straks, haardt saaret ved et skud i hodet, i amerikansk fangenskap. Og nu faar de stakkars forældre ikke vite noget om sønnens skjæbne før flere maaneder efterpaa, og da at han er død.

Intet under, at han betragtet døden som en befrielse.

Professor August Krogh.

Vinderen av den medicinske Nobelpris for 1920.

Den 29de oktober tildelte Karolinska Institutets Lärarekollegium den medicinske Nobelpris for 1920 til professor August Krogh, Kjøbenhavn.

Krogh fik Nobelprisen som belønning for sin opdagelse av »det kapillariomotoriske apparat«. De undersøkelser som førte til opdagelsen offentliggjorde han høsten 1918 i en meddelelse fra Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab under titelen »Vævenes Forsyning med Ilt[1]) og Kapillærkredsløbets Regulering«[2]).

August Krogh, som er en mand i sin aller bedste alder, blev født 1874. Efter studenteksamen studerte han til

[1]) ilt = surstof.

[2]) »Naturen« haaper snart at kunne gi et referat av disse undersøkelser.

»magisterkonferens i naturhistorie med zoologi som speciale«. Derpaa blev han assistent ved Universitetets fysiologiske laboratorium, en stilling han hadde i flere aar. I 1903 tok han den filosofiske doktorgrad paa en undersøkelse over froskens hud- og lungeaandedræt. 1906 fik han Seegen-prisen fra Østerrike for sin paavisning av at den frie kvælstofgas ikke deltar i aandedrætstofskiftet[1]). I 1908 blev han utnævnt til docent i dyrefysiologi og ansat som bestyrer av Universitetets dyrefysiologiske laboratorium, som samme aar blev oprettet av hensyn til ham. Aaret 1916 blev han professor ved Kjøbenhavns Universitet.

Krogh valgte tidlig aandedrætsfysiologien til arbeidsfelt. Det viste sig hurtig at han eiet betingelser for her at kunne løse opgaver, som de fleste vilde komme til at staa magtesløse overfor. For det første gav de grundige kundskaper i almindelig zoologi ham aapent utsyn mot aandedrætsfysiologiens centrale problemer. For det andet viste han sig som en mester i at anvende sine sjeldne evner i klarsyn og teknisk snille paa de opgaver han stod overfor. Han har en utpræget evne til at se og gaa like løs paa det væsentlige i det problem han angriper og er usedvanlig dygtig i at konstruere og benytte de apparater som er nødvendige for at undersøkelsen skal kunne gjennemføres. Et intimt samvirke mellem grundig kundskap og fremragende evner særpræger Krogh. Dette sætter ham istand til at kunne gjennemføre selv de vanskeligste opgaver paa en ofte forbløffende enkel og elegant maate. Det er derfor meget betegnende naar det heter: »Giv ham et glasrør, en blæselampe og en gummislange, og Krogh laver straks et fysiologisk laboratorium« eller: »Jo vanskeligere et problem er, desto mere gnider Krogh sig i hænderne av glæde, ved tanken paa at skulle angripe det«. Baade som menneske og forsker kommer en slik mand til at betyde meget for sine elever.

En av aandedrætsfysiologiens vigtigste opgaver er at undersøke og klarlægge de problemer som er forbundet med surstoffets optagelse og omsætning i organismen. Paa dette

---

[1]) Experimental research on the expiration of free nitrogen from the body (Skand. Arch. Physiol. 18, 1906).

omraade blev Krogh hurtig en foregangsmand, saavel gjennem sin løsning av en række vigtige problemer som gjennem den aandedrætsteknik han utarbeidet. Han paaviste at der normalt er et lavere surstoftryk i blodet end i lungernes alveolarluft, og at intet er til hinder for at en tilstrækkelig mængde surstof ved diffusion kan passere fra lungerne over i blodet. Indtil da antok man, at surstoftrykket var større i blodet end i lungerne og at lungen virket som en kjertel. Han har ogsaa klarlagt, hvordan surstoffet passerer gjennem andre aandedrætsorganer, og hvorledes det bindes og fraspaltes i blodet, den vævsvæske som bringer føde til enhver av de levende celler i en organisme. Desuten har han bestemt hvor stort surstoftrykket er i organismens enkelte celler og cellevæv. I de sidste aar har han git de mest værdifulde bidrag til forstaaelsen av sammenhængen mellem surstoftryk og surstofforbruk i cellevævet. Derved kom han ind paa forhold som ledet til undersøkelser over blodreguleringen i haarkarnettet. Disse undersøkelser førte til opdagelsen av »det kapillariomotoriske apparat«: At haarkarrene viser selvstændig reaktionsevne, idet de kan forsnævres og utvides uavhængig av blodtrykket i de smaa pulsaaregrener, som tilfører dem blod. Denne opdagelse er av vidtrækkende betydning for saavel biologi som medicin, idet den aapner en mulighet for at kunne naa frem til en forstaaelse av mange av de fænomener som er forbundet med vekselvirkningen mellem blod og cellevæv. Heri ligger opdagelsens store værdi. For denne opdagelse fik altsaa Krogh Nobelprisen.

Undersøkelsen over haarkarreguleringens problem foreligger ikke som et avsluttet arbeide. Den maa nærmest betragtes som en indledning til en række studier over det kapillariomotoriske apparats mekanisme og betydning for organismen. Krogh har fortsat sine undersøkelser, og for dem som kjender denne forsker og hans rent vidunderlige evne til at mestre vanskelighetene er der neppe tvil om, at staar det i menneskelig magt at løse opgaven, saa er han en av de faa som kan.

Torbjørn Gaarder.

Veirvarsling for flyvere.

Av Th. Hesselberg.

Flyveteskniken er under krigen utviklet til en fuldkommenhet, som man for faa aar siden ansaa for et fjernt fremtidsmaal. Tiltrods herfor er flyverne fremdeles avhængige av veiret. Gunstige veirforhold letter flyvningen, mens uheldige veirforhold ikke alene kan sinke den meget, men den vil ofte være forbundet med fare og kan undertiden helt hindres.

I. Jeg skal først kort behandle de vanskeligheter som veiret lægger iveien for flyvningen.

En av de alvorligste hindringer er taaken. Den rækker almindeligvis ikke mange hundrede meter op i luften, saa flyvning kan finde sted over den. Men den hindrer orienteringen og er meget farlig ved landing. Hvis en flyver der farer hen over et taakehav blev nødt til at foreta en nødlanding, er der meget store chanser for at det vil gaa galt. Han kan komme til at gaa ned paa et sted, hvor en heldig landing er umulig, og selv om der skulde være udmerkede betingelser for landing, er faren allikevel stor, da han ikke vet, hvor langt nede jorden er.

Tæt sne og slud kan ogsaa gjøre veiret meget usigtbart omend ikke i samme grad som tæt taake. Til gjengjæld naar sneveiret meget høiere op end taaken, almindeligvis sner det mindst 1000 meter op i luften. Et tæt snefald er derfor en meget alvorlig hindring for flyverne.

Tæt regntykke formindsker ikke synsvidden saa meget som taake eller tæt snefald, men maa allikevel regnes for at være saa generende for flyvningen, at man helst bør flyve utenom regntykket eller vente til det har letnet.

Skyene befinder sig almindeligvis i en høide av 1000 meter eller høiere over jordflaten. Man har derfor almindeligvis et skyfrit rum nede ved jorden, hvor man kan flyve uten at komme ind i skyene. Dette er nemlig forbundet med resiko. Flyveren blir inde i skyen omgit av taake paa alle kanter og er da let utsat for at miste orienteringen, saa han ikke vet hvad der er vertikalt og hvad der er horizontalt.

Da kan han komme til at styre sit aeroplan saa skjævt, at det skjærer ut og falder ned.

Almindeligvis er som nævnt skyene saa høit oppe, at man kan flyve under dem, men er de meget lave, vil dette være forbundet med fare. Flyveren vil være saa nær jorden, at han ved en nødlanding vanskelig vil kunne naa frem til en heldig landingsplads. Det er særlig over fjeldene, at skyene ligger lavt. Her ligger de endogsaa ofte saa lavt, at de indhyller de høiere fjeldpartier i taake.

Under t o r d e n v e i r optrær ikke alene elektriske utladninger, men ogsaa lufthvirvler av meget stor intensitet, og kraftige regnskyl. Almindeligvis rækker tordenveirsskyene helt op til 10,000 meters høide. De betegner en saa voldsom atmosfærisk forstyrrelse, at flyverne bør undgaa at komme i nærheten av dem.

Da flyvningen endnu var i sin barndom, var maskinerne saa ufuldkomne, at det var forbundet med stor fare at flyve, hvis luften ikke var helt stille. Efterhaanden som maskinerne blev bedre, lærte flyverne mere og mere at trodse vinden og allerede før krigen var man kommet saa langt, at det ikke længere var forbundet med nogen overhængende fare at komme ut i sterk vind. Og nu er det kun virkelig storm som kan medføre nogen ulempe for flyvningen.

Hvis vinden blaaste som en jevn strøm, vilde den ikke genere flyverne noget. Den vilde bare sinke deres fart, hvis det var motvind og øke den ved medvind. Men vinden er aldrig jevn. Den kommer i kast og hvirvler og disse blir voldsommere jo sterkere vinden er. Farlige er disse hvirvler kun ved jordoverflaten. Hvis flyvemaskinen kantrer her kan det hænde, at den ikke kan komme paa ret kjøl igjen før den naar jorden og ulykken er der. Det er altsaa kun s t o r m v e d j o r d o v e r f l a t e n der er farlig, ikke storm i høiden.

Et andet fænomen, som før var til stor gene for flyverne er de raske vindforandringer med høiden, som man undertiden har. Paa nogen faa meters høideforskjel kan vinden slaa helt om til den motsatte retning.

Sæt at en flyver som gjør 150 km. i timen flyver nordover i 1000 meters høide mot en vind paa 40 km. i timen. I forhold til jorden har han da bare en fart paa 110 km. Kommer nu

flyveren ved at gaa ned i 950 meters høide ind i luftlag som er i ro, vil han pludselig istedenfor en fart paa 150 km. i forhold til den omgivende luft faa en hastighet paa kun 110 km. Derved faar aeroplanet for litet luft under vingerne og falder nedover som en sten indtil farten har øket igjen. Hvis der ikke var vindstille i 950 meters høide, men vind i flyveretningen, vilde farten i forhold til den omgivende luft synke fra 150 km. til under 110 km. i timen og aeroplanet vilde falde endnu hurtigere. Naar flyvemaskinen paa grund av vindsprangene ikke faar luft nok under vingerne og derfor falder nedover som en sten, sa flyverne før i tiden, at de var kommet ut for et lufthul.

Disse lufthuller optrær særlig hyppig i et fjeldland. I fjordene og dalene er stormenes antal ikke stort, fordi terrænet beskytter dem, men oppe i fjeldene raser stormene. Før flyveren kommer ned til den lune dal eller fjord, maa han passere skarpe vindsprang, lunefulde vindkast og hvirvler, som før blev anset for meget farlige. Nu anser imidlertid flyverne ikke længer lufthullene som virkelig farlige.

Naar vi hertil føier, at flyverne er temmelig uavhængige av temperatur og fugtighetsforholdene i luften, har vi nu en oversigt over veirforholdenes indflydelse paa flyvningen. Det er taake, snetykke, meget lave skyer, tordenveir og storm som er de væsentligste hindringer som veiret lægger iveien for lufttrafikken.

II. Vi skal nu se litt paa hvordan de meteorologiske betingelser for lufttrafik er i Norge.

Der er i Norge stor forskjel paa veirforholdene i de forskjellige landsdeler. Da landet strækker sig helt fra 58° til 71° nordlig bredde er det klart, at der maa være meget stor forskjel mellem veiret i den nordlige og i den sydlige del, men det mest fremtrædende træk i landets klima er allikevel forskjellen mellem veirforholdene paa kysten og i den indre del av landet. Vor lange kyst som beskylles av Golfstrømmens varme vand har et saa mildt klima, at enkelte deler av den i forhold til breddegraden er varmere end noget andet sted paa jorden. Særlig er vintrene milde og hele aaret igjennem falder der rikelig nedbør. Men like ved fjorder som aldrig fryser til hæver der sig fjelde, hvor sneen aldrig gaar bort.

Disse fjelde danner en barriere som bevirker at den indre del av landet faar et indlandsklima med forholdsvis liten nedbør, varme somre og kolde vintre. Desuten er storm her en sjeldenhet, mens stormer paa kysten særlig i vinterhalvaaret er meget hyppige.

Paa grund av den store forskjel mellem veirforholdene i de forskjellige deler av landet blir betingelserne for flyvning ogsaa vidt forskjellige.

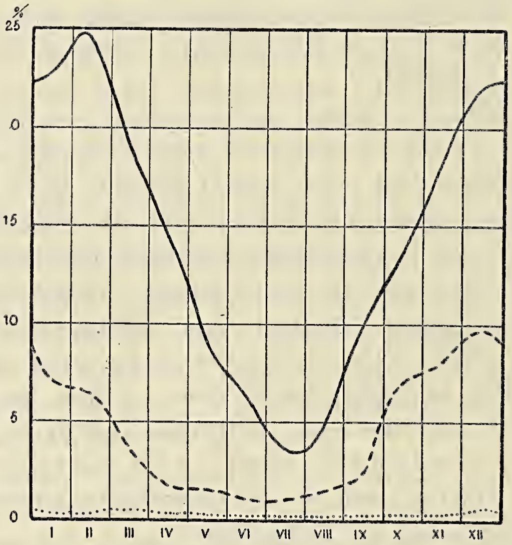


Fig. 1. Hyppighet av dage med storm.
(. . . . .. Kristiania, - - - - - Skudenes, ———— Gjesvær).

Man faar en oversigt over stormenes hyppighet av fig. 1. Der er tegnet kurver som viser den procentvise hyppighet av stormen paa 3 stationer, hvorav den ene paa Østlandet, den anden paa Vestlandet og den tredje i Finmarken. Maanedene er paa figuren angit ved romertal, saaledes at I betyr januar og XII december. Av figuren ser man, at stormer er meget sjeldne i Kristiania hele aaret gjennem, mens de paa vestlandssationen Skudenes er hyppige. Særlig er høst og vinter stormfulde. Endnu værre er forholdene i Gjesvær paa Finmarkens kyst.

I gjennemsnit for hele Østlandet har man ikke mere end 4 stormdage om aaret, for kyststationene paa Vestlandet er

der gjennemsnitlig 27 stormdage og nordenfor Trondhjem viser kyststationene gjennemsnitlig 35 stormdage om aaret. For sammenligningens skyld kan nævnes at Valentia i Irland har 25, Liverpool 11 og Berlin 6 stormdage om aaret. Hele vor kyst maa altsaa betegnes som stormfuld, mens Østlandet i denne henseende er meget fordelagtig stillet.

Stormene er desuten relativt svake paa Østlandet, vindstyrken overstiger sjelden 60 km. i timen. Sammenlignelsesvis kan nævnes, at man paa Halddeobservatoriet i Finmarken finder midlere vindhastigheter paa 100—150 km. i timen og i vindstøtene kan hastigheten endogsaa overstige 200 km. i timen. Dette er orkanagtige vindhastigheter som ingen flyvemaskine kan motstaa.

Man har desværre ingen maalinger fra fritbeliggende steder paa fjeldvidderne i det sydlige Norge. De faa stationer man har her ligger nemlig paa godt beskyttede steder. Stormene er dog sikkerlig baade hyppige og sterke om end ikke tilnærmelsesvis som paa Nord-Norges fjeldvidder. Fjeldene gjør i det hele vindforholdene mere lunefulde end man har dem paa sletteland. Eksempelvis kan nævnes, at man paa Halddetoppen i Finmarken i aaret 1916 hadde ikke mindre end 100 stormdage, mens der i Bosekop kun var 3. Halddeobservatoriet ligger i ca. 900 meters høide, mens den meteorologiske station i Bosekop ligger nede ved Altenfjorden. Avstanden er kun 12½ km. Det er klart at der under saadanne omstændigheter maa være meget kraftige vindsprang, som kan bli skjæbnesvangre for flyveren.

Paa andre steder er naturligvis disse kraftige vindsprang ikke saa hyppige som i Finmarken, men de vil sikkert være generende nok.

I det hele maa man si, at vindforholdene er relativt gunstige for flyvning hele aaret gjennem paa Østlandet. Paa Vestlandet og endnu mere i Nord-Norge maa de derimot høst og vinter betegnes som temmelig ugunstige.

Figur 2 viser den procentvise hyppighet av dage med taake for de samme 3 stationer, som blev benyttet for at vise stormenes optræden. Paa kysten er taaken hyppigst om sommeren, mens den inde i landet er hyppigst høst og vinter. En sammenligning med andre lande viser imidlertid at vi har for-

heldsvis faa dage med taake. Imidlertid spiller ogsaa her fjeldene ind, idet regnskyene almindeligvis kun hæver sig litet over dem, ja undertiden helt indhyller dem i taake. Under saadanne omstændigheter kan ikke fjeldene passeres. Selv om skyene er nogen hundrede meter over fjeldkammen, hjælper det litet, for flyveren bør ha større spillerum. Som eksempel paa hvor meget taake der kan være paa fjeldtoppene kan nævnes, at man paa Halddeobservatoriet har ca. 150 taakedage om aaret.

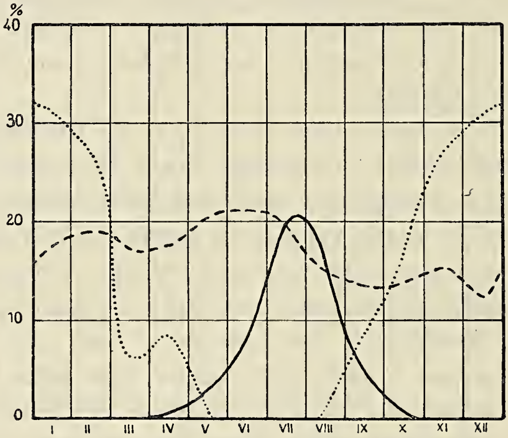


Fig. 2. Hyppighet av dage med taake.
(. . . . . Kristiania, - - - - - Skudenes, ———— Gjesvær).

Sne og slud er ofte like generende for flyveren som taake og lave skyer og i denne henseende er naturligvis vort land baade paa grund av sine fjelde og sin nordlige beliggenhet uheldigere stillet end de fleste andre lande. Fig. 3 gir den procentvise hyppighet av dage med sne og slud. Paa de fleste av disse dage har der kun været enkelte snebyger, som ikke har kunnet hindre flyvning i længere tid. Paa Vestkysten har man paa grund av de milde vintre kun faa snedage. Det største antal snedage har man naturligvis i Nord-Norge. Haldde har saaledes hele 250 snedage om aaret, Gjesvær 94, Skudenes 34 og Kristiania 58. Sammenlignelsesvis kan nævnes, at Kjøbenhavn har ca. 40 og Wien ca. 30 snedage om aaret.

Kun i en henseende er flyverne hos os ubetinget heldigere stillet end i andre lande. Vi har nemlig meget faa tordenveir

(se fig. 4). Tordenveirene er hyppigst paa Østlandet om sommeren, paa Vestlandet er de sjeldnere og i Nord-Norge meget sjeldne. Det midlere antal tordenveir paa de norske meteorologiske stationer er 3.6, mens man f. eks. i Sachsen i middel har hele 20 tordenveir pr. aar.

Lysforholdene hører egentlig ikke hjemme i denne sammenhæng, men man kan ikke undgaa at nævne dem, naar man vil sammenligne de betingelser vort land har for en regulær flyvetrafik, med de betingelser man har i andre lande.

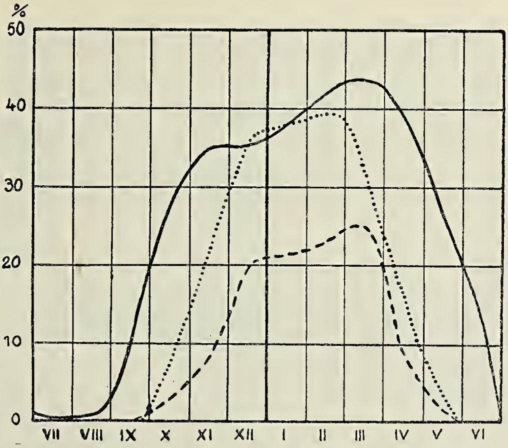


Fig. 3. Hyppighet av dage med sne eller slud.
(. . . . . Kristiania, - - - - - Skudenes, ———— Gjesvær).

De lange lyse sommernætter er vistnok skikket til flyvning, men til gjengjæld er vintermørket en betydelig hindring. I Nord-Norge vil det i forbindelse med de overordentlig hyppige og sterke stormer og snefald gjøre en regelmæssig lufttrafik overordentlig vanskelig.

Disse overveielser viser, at der paa Østlandets flatbygder idethele ikke er større hindringer for en regelmæssig flyvetrafik end i andre lande, og at forholdene om sommeren maa betegnes som gunstige. Men langs hele kysten har flyveren særlig om vinteren større vanskeligheter at kjæmpe mot end i de fleste andre lande, og vore fjelde danner barrierer som det ofte er umulig for flyverne at komme over.

Dette maner til forsigtighet, der bør ikke organiseres nogen lufttrafik uten at man samtidig sørger for at der blir en

effektiv veirtjeneste for den. Flyverne bør før de starter faa fuld rede paa veirforholdene paa sin rute. Hvis der er alvorlige hindringer fra veirets side, bør farten opsættes, men i mange tilfælder vil man kunne komme frem ved at omlægge ruten noget, saa at man undgaar de steder hvor veiret lægger hindringer iveien.

Alle disse hindringer kan man iagtta fra jordoverflaten; det grundlæggende for en veirtjeneste for flyverne blir altsaa observationer fra et net av almindelige meteorologiske statio-

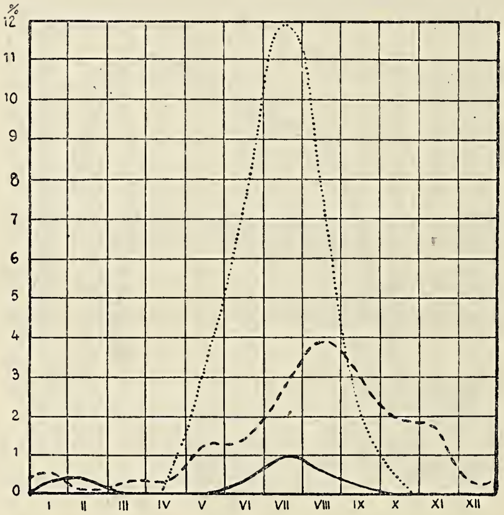


Fig. 4. Hyppighet av dage med tordenveir.
(. . . . . Kristiania, - - - - - Skudenes, ———— Gjesvær).

ner, som foruten de vanlige meteorologiske iagttagelser ogsaa utfører saadanne, som er av speciel interesse for flyverne, f. eks. iagttagelse av luftens sigtbarhet og av skyene og deres drift. Dette net av stationer maa være meget tæt ialfald i et land som vort, hvor veirforholdene ofte kan skifte fra den ene dal til den anden eller fra den ene fjord til den næste.

Men disse observationer er ikke nok for flyverne. Disse maa ogsaa ha andre observationer fra den frie atmosfære end de man uten videre kan faa ved at se paa skyene og maale deres drift. De behøver aerologiske maalinger.

III. Helt siden aar 1900 har der av rent videnskabelige grunde været igang et internationalt samarbeide paa aerologiens omraade. Hver maaned blev der paa visse forut bestemte dage i de fleste europæiske lande sendt op balloner og drager bærende selvregistrerende instrumenter, der blev foretat videnskabelige farter med bemandede balloner, pilotballoner blev sendt op, skyene og deres drift blev observert og der blev utført meteorologiske observationer paa en række fjeldtopper.

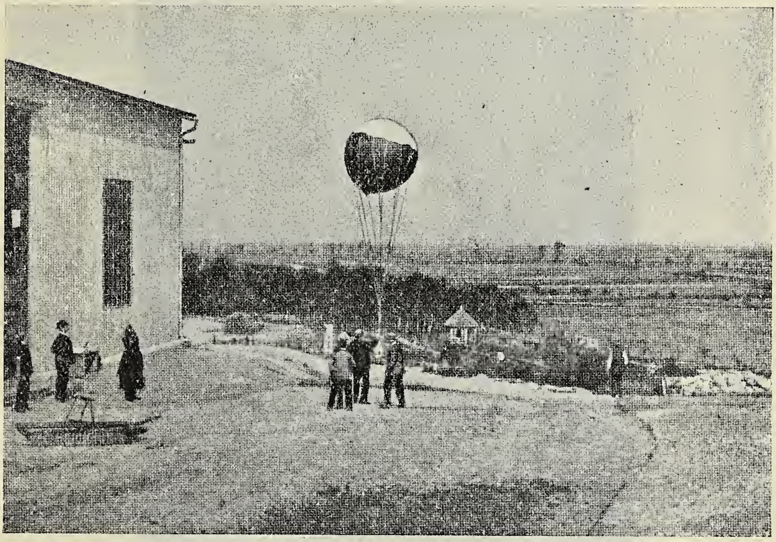


Fig. 5. Registrerballon færdig til at slippes. (Efter R. Assmann).

Det videnskabelig set bedste hjælpemiddel til utforskningen av de høiere luftlag er registrerballonene. Disse er gummiballoner som fyldes med vandstofgas, saa at de kan stige tilveirs med en kurv indeholdende registrerinstrumenter (fig. 5). Ballonen slippes og svæver frit avsted med vinden. Naar ballonen er kommet op i 10—30,000 meters høide, har den paa grund av det mindskede tryk utenfra utvidet sig saa meget, at den springer istykker og kurven med registrerapparatene begynder at falde ned mot jorden. Samtidig hermed aapner en faldskjærm sig, saa faldhastigheten ikke blir for stor og instrumentene naar almindeligvis uskadt til jorden.

Her blir apparatene liggende indtil de blir fundet og sendt tilbake til avsendelsesstedet. Almindeligvis registrerer det medsendte apparat luftens tryk, temperatur og fugtighet, saa vi kan finde hvorledes disse forandrer sig med høiden. Hvis man har fulgt ballonen med en theodolit mens den steg, finder man ogsaa vindens retning og styrke i de forskjellige høider. Registrerballonene har den ulempe, at instrumen-

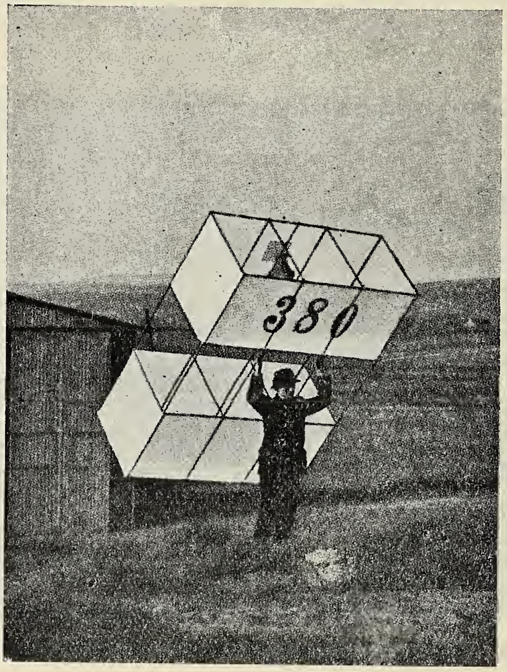


Fig. 6. Meteorologisk drage. (Efter R. Assmann).

tene i mange tilfælder gaar tapt eller først gjenfindes lang tid efterat de blev opsendt. For veirvarslingen kan de derfor ikke gjøre nogen direkte nytte. Her maa man anvende meteorologiske drager og ballons captifs, pilotballoner eller flyvernes hjælp.

D r a g e r n e bærer de selvregistrerende instrumenter op til et par kilometers høide over jorden (fig. 6). I motsætning til registrerballonene gir drageopstigningene straks resultatene. Men paa den anden side naar de kun til forholdsvis smaa høider og det er ikke mulig at arbeide med dem i egne

med elektriske kraftledninger. Naar vinden er saa svak, at dragerne ikke vil stige, bruker man ballons captifs (fig. 7). Disse er temmelig store balloner, som stiger fæstet til en staaltraadline. De bærer almindeligvis de selvregistrerende instrumenter op til et par kilometers høide.

Overordentlig billige og bekvemme hjælpemidler til bestemmelse av vinden i høiden har man i pilotballonene og

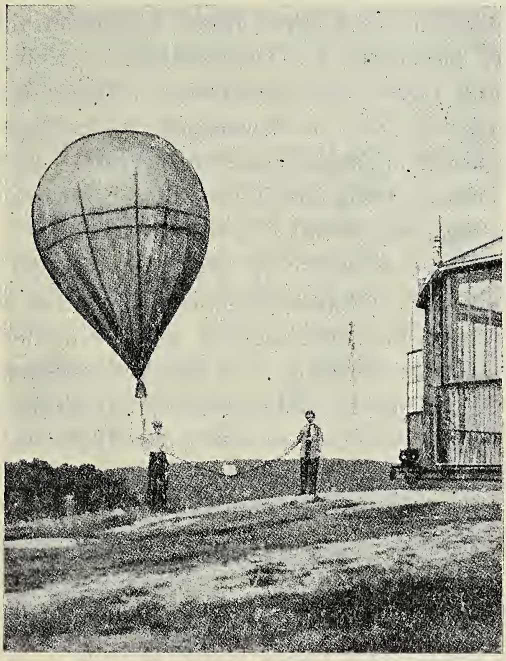


Fig. 7. Ballon captif. (Efter R. Assmann).

skyobservationene. Pilotballonene er smaa gummiballoner som fyldes med vandstofgas og slippes, saa at de flyver frit avsted med vinden. De bærer ingen instrumenter, men forfølges med en theodolit. Da faar man vindens retning og styrke i alle de luftlag, som ballonen stiger op igjennem.

I de senere aar har man begyndt at anvende aeroplanene i aerologiens tjeneste. Der bindes kun et litet registrerapparat fast til maskinen. I Holland er der et regelmæssig samarbeide mellem flyverne og meteorologene. Hver morgen omtrent kl. ½8 stiger en flyver op med et registrerapparat

og han prøver at komme saa høit som mulig. Saasnart han er kommet ned igjen, bringer en motorcyklist registrerkurverne til det meteorologiske institut, som ligger ca. ½ mil fra flyvepladsen. Motorcyklisten venter saa 10—15 minutter og faar med sig tilbake resultatene av opstigningen samt dagens veirkarter.

De aerologiske undersøkelser hadde for faa aar siden kun videnskabelig interesse. Praktisk interesse hadde de kun forsaavidt man ved deres hjælp haapet at naa frem til resultater av betydning for veirvarslingen. Men de høiere luftlag laa høit hævet over menneskene. Med flyvevæsenets raske utvikling er dette blit forandret. Nu er den fri atmosfære menneskenes hurtigste samfærdselsvei. Det har derfor ikke alene videnskabelig interesse at undersøke forholdene i de høiere luftlag, det er blit et praktisk behov.

Av særlig stor interesse for flyvning med aeroplaner er det at faa rede paa luftstrømningene og hertil er skyobservationer og pilotballonstigninger de bedste midler. Farten sinkes betydelig ved motvind. For flyverne gjælder det derfor mest mulig at undgaa de steder hvor de har sterk motvind og opsøke de steder hvor der er medvind. Dette kan de gjøre ved enten at gaa til en anden høide eller ved at ta en omvei. Snart vil det være fordelagtig at gaa høit, snart at holde sig saa lavt som mulig, snart vil man ha fordel av at vige til venstre og at vige til høire for den like luftlinje.

For luftskibene spiller ikke alene vindforholdene i høiden en stor rolle, men ogsaa temperaturene. Er temperaturen lav, vil de ha stor opdrift og relativ stor bæreevne, mens bæreevnen avtar meget raskt med stigende lufttemperatur.

Hos os vil vi formentlig kun faa aëroplantrafik i den nærmeste fremtid, for os blir derfor pilotballonene særlig vigtige.

Efter denne orientering i flyvernes behov for veirmeldinger skal jeg fortælle litt om vore planer for en veirtjeneste for lufttrafikken.

Sommeren 1918 blev der oprettet en veirvarselstjeneste for landbruket, og om denne maa jeg si et par ord, da den danner grundlaget for de videre planer. Den var i drift i

maanedene juli, august og september og i denne tid fik veirvarselscentralene i Kristiania og Bergen veirmeldinger 2 gange daglig fra ca. 100 indenlandske stationer. Paa grundlag av disse veirmeldinger blev der utarbeidet veirvarsler som pr. telegraf og telefon blev sendt ut over hele det sydlige Norge. Landet var inddelt efter veirforholdene i ca. 30 distrikter, som hver fik sine forutsigelser.

I løpet av vinteren blev sommerens veirkarter underkastet et indgaaende videnskabelig studium. Herved kom man til resultater ikke alene av videnskabelig betydning men ogsaa av betydning for veirvarslene. Hertil kom at veirtelegrammene fra utlandet, som under krigen for en væsentlig del var stanset, igjen var begyndt at komme. Vi kunde derfor ta op veirvarslingen for landmænd sidste sommer i en meget forbedret skikkelse. Varslene kunde gives en mere koncis og detaljert form og gives for længere tid fremover. Landets inddeling i varselsdistrikter var ogsaa forbedret. Distriktenes antal var nu 55. Distriktene 1—25 fik sine varsler fra Kristiania, distriktene 26—55 fra Bergen. Paa fig. 8 ser man de stationer som sommeren 1919 sendte veirmeldinger, og paa fig. 9 sees landets inddeling i varselsdistrikter.

Sommeren 1919 forsøkte vi at la vore stationer gjøre flere observationer end før og la specielt an paa observationer som kunde være av nytte for en fremtidig veirtjeneste for lufttrafikken. Særlig kan nævnes, at vi lot vore stationer utføre skyiagttagelser. Da skyobservationer er meget vanskelige, var det et temmelig vovet eksperiment, men det gik godt. Vore karter ga saadan overensstemmelse mellem de forskjellige stationers meldinger, at vi med sikkerhet kan si at de stort set var paalidelige.

Men nu ser vi, at denne veirtjeneste er langt paa vei til at kunne tilfredsstille luftfartens behov. Vi hadde meldinger fra et stort antal stationer, saa at vi to ganger daglig hadde fuld rede paa veirforholdene utover den sydlige del av landet. Forsøksvis blev ogsaa kartene sendt til hærens flyvevæsen. Fig. 10 viser disse veirkarter.

Paa det ene kart er veiret, vinden og skyene angit. Veiret er git paa vanlig vis, der er kun føiet til et særskilt tegn for taake i fjeldene ⩓. Vinden er som vanlig git ved

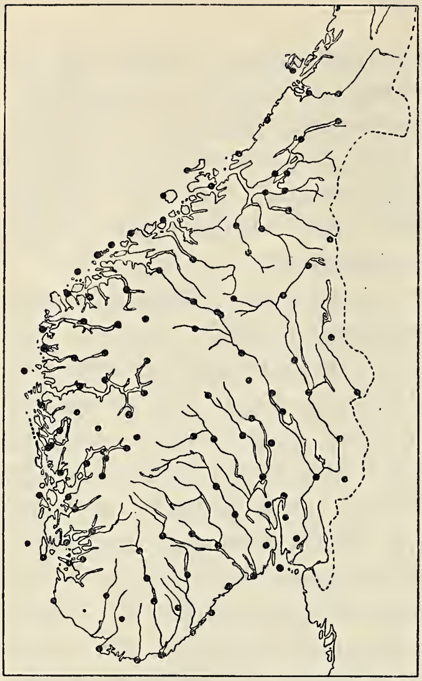


Fig. 8. Telegraferende stationer sommeren 1919.

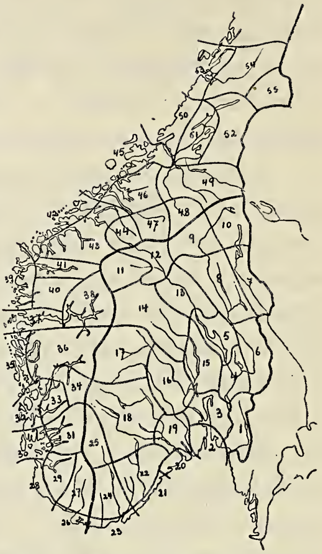


Fig. 9. Veirvarseldistriktene sommeren 1919.

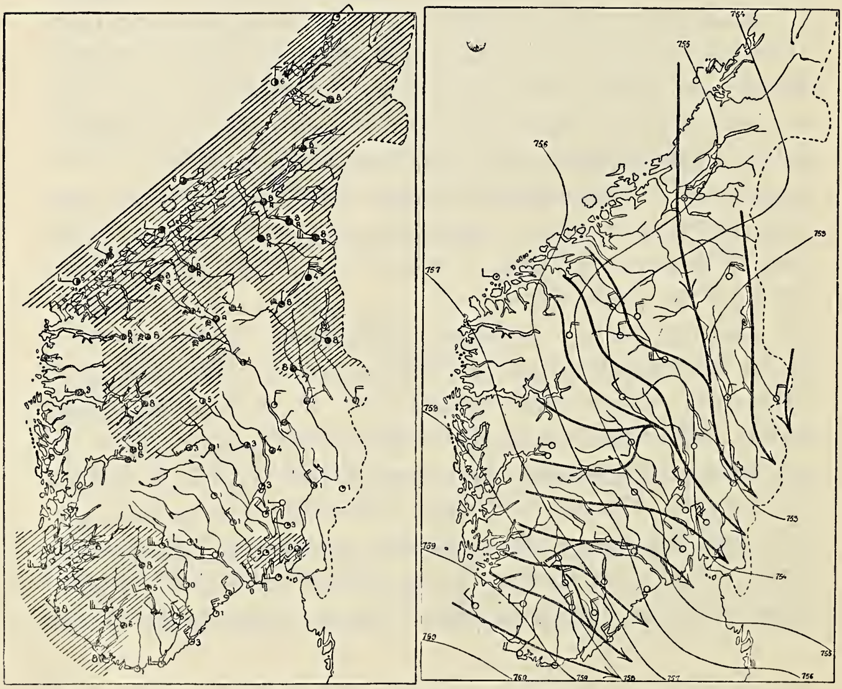


Fig. 10 A—B. Veirkart for flyverne, den 22de aug. 1919 kl. 8 fm.

piler, hvor fjærenes antal gir vindstyrken. Skyformene er angit ved tal efter en speciel kode: 0 angir at der ingen skyer er, tallene 1—4 forskjellige slags høie skyer og tallene 5—8 forskjellige slags lave skyformer.

Alle de omraader, hvor der er lave skyer, storm, taake, taake i fjeldene, regn, tordenveir eller snefald er skravert. I alle de dele av landet, hvor der ikke er skravert er der derfor ingensomhelst hindringer for flyvning. I de skraverte dele vil derimot flyverne møte hindringer av den ene eller den anden slags. Alle hindringer er ikke like alvorlige, men flyverne kunde selv paa kartet se, av hvad art hindringene var og avgjøre, hvor flyvning kunde finde sted.

Det andet kart indeholder vanlige isobarer (de tynde linjer uten pilehoder). Desuten er driften av de lavere skyer angit ved piler og ved hjælp av disse er der tegnet strømlinjer (de tykke linjer med pilehoder), som gir et bedre billede av driften av skyene end pilene kan gjøre. Da de lave skyer almindeligvis befinder sig i ca. 1000 meters høide, gir strømlinjerne et billede av vindforholdene i denne høide. Et sæt saadanne karter blev sendt om morgenen og et om aftenen.

Desuten fik flyverne dagens veirvarsler for de forskjellige distrikter.

Som man ser, mangler endnu sigtbarheten paa kartene. Den er et av de vigtigste elementer og maa ind. Vi fik derfor sommeren 1920 meddelelse om sigtbarheten fra alle vore stationer. Desuten fik vi særskilt meddelelse om hvor stor del av himmelen der er bedækket med lave skyer, da det er disse som er av interesse for luftfarten.

Herved har vi et meget utførlig observationsmateriale fra almindelige meteorologiske stationer. Men dette er som nævnt ikke nok. Vi har derfor foreslaat oprettet en række pilotballonstationer paa flyveruterne Kristiania—Kristianssand—Bergen, samt saalangt vort land rækker paa ruten Kristiania—Kjøbenhavn.

Men det er ikke tilstrækkelig, at de meteorologiske centraler faar meldinger. Disse maa snarest mulig stilles til flyvernes disposition. Vi har derfor utarbeidet en plan for telegrafisk spredning av de for flyverne vigtigste meldinger.

Distriktsinddelingen er utført slik, at veiret er temmelig ens inden hvert enkelt distrikt. Det vil derfor være nok, at flyverne faar meddelelse om veiret fra en station inden hvert distrikt. Stationen kan da bedst angives ved distriktets nummer. Telegrammet som skal gi flyverne meddelelse om veirforholdene vil faa følgende form:

— — — — 12 WWSVg nNddh — — — —

Disse bogstaver forestiller tal. Efter hvert distriktsnummer kommer der altsaa to talgrupper paa 5 tal, som gir veirforholdene inden distriktet:

WW	gir	vindens retning	
S	„	„ styrke	
V	„	veiret	
g	„	sigtbarheten	
n	„	mængden	av lave skyer
N	„	formen	—„—
dd	„	driftsretningen	—„—
h	„	driften	—„—

Av et saadant telegram vil flyverne let kunne ta ut veirforholdene i de distrikter, de har interesse for. De behøver bare at finde distriktsnummerne og saa se paa de talgrupper som kommer efter dem.

Endelig vil flyverne faa telegrammer indeholdende veirvarsler d. v. s. varsler om hvordan veirforholdene vil forandre sig. Disse telegrammer blir sendt i ord, da det er vanskelig at finde en tilfredsstillende kode for varslene.

Dette er de nærmeste planer. Men jeg er ikke i tvil om, at det er rigtig at fortsætte paa denne vei. De veiroplysninger som luftfarten faar uten medvirken av landets meteorologiske tjeneste vil aldrig kunne bli saa utførlige, ensartede og paalidelige som de som vi kan yde dem.

Det gjælder dog fremfor alt, at forsendelsen av telegrammer sker saa hurtig at flyverne faar helt aktuelle veirmeldinger og varsler. I fuld forstaaelse herav har Frankrige besluttet at oprette et eget traadløst telegrafnet for veirtelegraferingen, det samme blir vistnok gjort i England. I Amerika er det fornødne antal telegraflinjer helt stillet til meteorologiens

disposition i den tid veirtelegraferingen paagaar. Hvordan det vil bli gjort i Norge er endnu ikke avgjort; rimeligvis blir saken overlatt til telegrafstyrelsen, idet denne faar de nødvendige midler stillet til sin disposition.

Norge kan ikke staa tilbake i dette veirvarselsarbeide. Av fredskonferancen i Paris er der av hensyn til lufttrafikken opsat meget vidtgaaende krav til den meteorologiske tjeneste og disse maa vi opfylde saa langt vi kan. Efter denne internationale plan skal der være veirtjeneste 4 ganger daglig (kl. 8 morgen, 2 middag, 7 aften og 2 nat), mens vi foreløbig umulig kan gaa længere end til 3 gangers veirtjeneste om dagen. Forsaavidt vil altsaa vor veirtjeneste endnu komme til at staa tilbake, men i andre henseender tror jeg den vil staa fuldt paa høide med tjenesten i andre lande, fordi vi ved hjælp av vort tætte stationsnet vil kunne gi detaljert besked om veirforhold og detaljerte varsler om disses forandring.

Klimavekslinger og deres aarsaker.

Av **Bjørn Helland-Hansen** og **Fridtjof Nansen.**

(Fortsat fra side 116).

Av flere av de kurver vi nu har vist fremgaar det at der er meget store vekslinger i løpet av nogen maaneder baade paa solen og i jordens atmosfæriske forhold. Det synes tildels at være visse perioder som gaar igjen i disse vekslinger. K r o g n e s s har saaledes bl. a. fundet tildels tydelige tegn til en periode paa ca. 8 maaneder i den magnetiske stormfuldhet i Norge og i enkelte meteorologiske forhold i vort land. Man har forgjæves søkt efter en lignende periode i solflekkene. Ved vor behandling av solflekkenes relativ-tal har vi imidlertid fundet en meget utpræget 8 maaneders periode, hvilket kurve I i fig. 14 viser. Denne viser vekslingene i relativ-tallene efterat den store 11-aars periode er blit eliminert. Vekslingene er særlig store nær maksimum av solflekker, og da er ogsaa den 8-maanedlige periode mest fremtrædende. Under maksimumstiden f. eks. fra april 1903

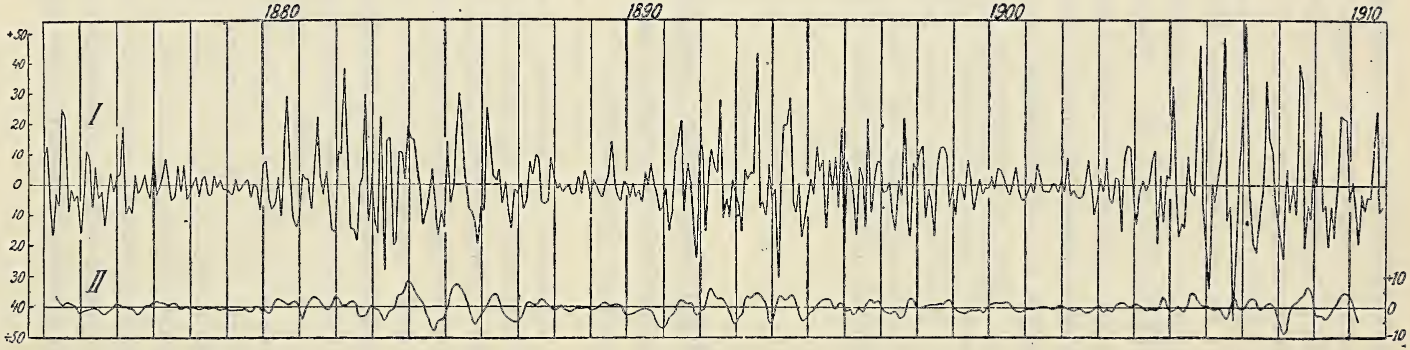


Fig. 14. Kurve I: maanedsmidlene av solflekkenes relativtal (efter Wolfer) minus de samme maanedsmidler i 12-maaneders utjevning. Kurve II: 8-maaneders utjevning av de differanser som er fremstillet i kurve I (8-maaneders perioden er derved eliminert, men der kommer frem en ny periode paa et aar).

til oktober 1909 (ialt 2375 dager) finder vi saaledes som kurven viser 10 meget utprægede og utvilsomme perioder[1]); dette gir en gjennemsnitlig periodelængde paa 237,5 dager. Professor Kr. Birkeland har antat at solflekkenes dannelse delvis kunde staa i forbindelse med planetenes stilling i forhold til solen, og de planeter som i denne henseende skulde ha sterkest virkning maatte være Jupiter og Venus. Den gjennemsnitlige tidsavstand mellem disse to planeters konjunktion og opposition i forhold til solen er omkring 236 dager. Omtrent med dette mellemrum skulde man saaledes efter Birkelands antagelse vente sekundære solflek-maksima. Det er jo paafaldende at vor analyse av solflekkene gir et tal for en periodelænge som stemmer saa godt.

Vi har ovenfor set at der er en overensstemmelse mellem vekslingene i solflekkene og vekslingene i forskjellige meteorologiske forhold som f. eks. lufttryksdifferansen over Atlanterhavet og lufttemperaturen i Norge. Men i disse sidste er 8-maanedersperioden ikke saa fremtrædende da den som før nævnt i nogen grad maskeres av andre perioder, som ikke findes i solflekkene.

Vi skal imidlertid ikke her komme nærmere ind paa disse vekslinger med nogen maaneders periodelængde, men skal nu gaa over til at omtale nogen større perioder. For at studere disse har vi utjevnet maanedsværdiene ved at danne fortløpende 12-maaneders midler, efter samme metode som vi tidligere har beskrevet for utjevning ved 7-dagers midler. Vi har saaledes beregnet midlet for januar til og med desember og opført dette middel for juli (egentlig 1ste juli), videre for februar til næste aars januar og opført dette for august, o. s. v. Derved blir vi for en væsentlig del kvit de kortvarigere svingninger som virker forstyrrende for sammenligningen naar det gjælder at studere de længere vekslinger. Fig. 15 viser et eksempel paa hvorledes denne utjevning virker. Kurverne »B« i fig. 13 sammenlignet med kurverne »A« viser ogsaa resultatet av en saadan utjevning. Paa denne maate har vi behandlet et meget stort observationsmateriale fra forskjellige deler av jorden, væsentlig lufttryk og lufttryks-

[1]) Kurven viser ogsaa i de fleste tilfælder antydning til en mindre utpræget periode paa den halve længde.

differanser, lufttemperatur, havets overflatetemperatur, og de jordmagnetiske elementer, likesom ogsaa tallene for solflekker og protuberanser har været beregnet paa denne vis. Vi skal her indskrænke os til at omtale nogen faa eksempler fra vort store materiale.

Vi har tidligere omtalt den direkte overensstemmelse mellem de maanedlige vekslinger i lufttryksdifferansen over Nordatlanteren, lufttemperaturen i Skandinavien, og overflatetemperaturen i de nordøstlige strøk av Atlanterhavet, og den

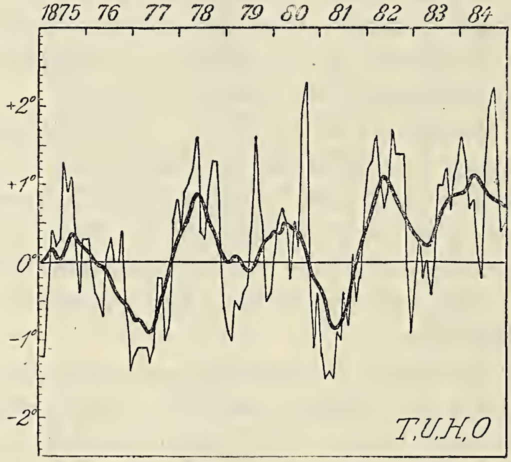


Fig. 15. Vekslingene i vandets overflatetemperatur i gjennemsnit for Torungen, Utsire, Hellisø og Ona. Den tynde linje viser avvikelserne i maanedsmidlene; den tykke linje viser samme avvikelser med 12-maaneders utjevning.

omvendte overensstemmelse mellem denne lufttryksdifferanse og overflatetemperaturen i den midtre del av det nordlige Nordatlanterhav. Disse forskjellige overensstemmelser kommer endnu tydeligere frem i de utjevnete 12-maaneders værdier som man vil se av kurverne i fig. 16.

Overensstemmelsen mellem kurverne for lufttryksdifferansen over Nordatlanteren og lufttemperaturen i Norge og Stockholm er særlig slaaende; selv de smaa svingninger gaar i de fleste tilfælder igjen i alle tre kurver, og den genetiske sammenhæng her kan ikke være tvilsom. Overensstemmelsen mellem kurverne for lufttryksdifferansen og overflatetemperaturen i den midtre del av Nordatlanteren (30°—39° W, 50—53° N)

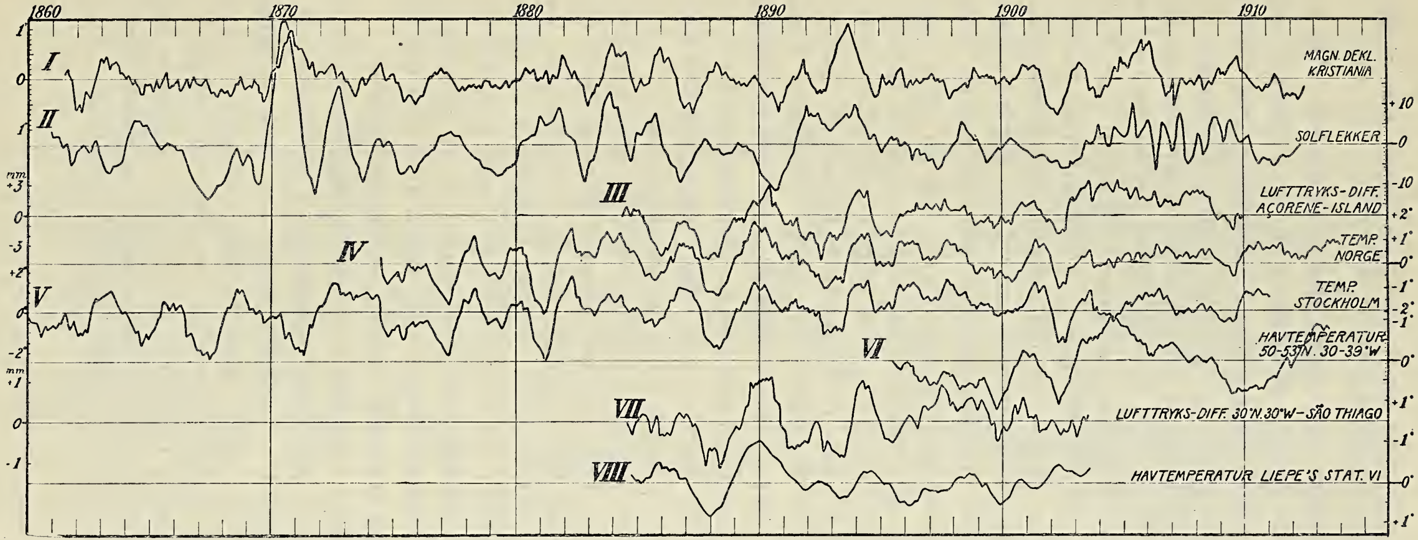


Fig. 16. De to øverste kurver viser maanedsmidlene i 12-maaneders utjevning minus 36 maaneders utjevning. I: den daglige veksling i den magnetiske deklination i Kristiania. II: solflekkenes relativ-tal. Alle de andre kurver viser maanedsmidlene i 12-maaneders utjevning. III: lufttrykdifferansen mellem det açoriske høitryksomraade og det islandske lavtryksomraade. IV: lufttemperaturen i Norge (middel for 22 stationer). V: lufttemperaturen i Stockholm. VI: overflatetemperaturen i Atlanterhavet indenfor feltet 50°—53° n. br. og 30°—39° v. l. VII: lufttrykdifferansen mellem 30° n. br., 30° v. l. og San Thiago (paa de Kapverdiske øer). VIII: overflatetemperaturen i Atlanterhavet paa Liepes stat. VI (18°—19° n. br., 21°—22° v. l.). — Kurverne VI og VIII er tegnet med positive værdier nedover.

er ogsaa ganske god; man maa være opmerksom paa at den sidste kurve er tegnet omvendt.

Vi har paa samme figur ogsaa gjengit en kurve (VII) for lufttryksdifferansen mellem et punkt syd for Açorerne (paa 30° N. og 30° W.) og San Thiago paa de Kapverdiske øer. Denne kurve viser vekslingene i lufttryksdifferansen mellem det açoriske høitryksomraade og det ekvatoriale lavtryksomraade i Atlanterhavet. Naar man sammenligner denne kurve med kurve III for trykdifferansen Açorerne—Island vil man finde en paafaldende overensstemmelse. Trykgradienten veksler ganske paa samme maate fra det açoriske høitryksomraade sydover mot Ækvator som nordover mot Island. Derved opstaar de samme vekslinger i nordost-passaten som i de vestlige vinde over den nordlige del av Atlanterhavet. Det er efter dette ikke overraskende at overflatetemperaturen i havet vestenfor Nord-Afrika (se kurve VIII som er tegnet omvendt) veksler omvendt som den i kurve III gjengitte trykgradient. Det blir saaledes naturlig at overflatetemperaturen vestenfor Afrika veksler omvendt som f. eks temperaturen i Skandinavien, hvilket man vil se tydelig nok ved at sammenligne kurverne IV, V og VIII. Efter hvad vi har sagt ovenfor gjælder dette ogsaa overflatetemperaturen langs Norges kyst (fig. 13) Man ser her et slaaende eksempel paa hvordan de meteorologiske og oceanografiske forhold veksler i direkte eller omvendt takt paa langt fra hinanden liggende deler av vor klode paa grund av en stor fælles aarsak; i dette tilfælde er avstanden (mellem Skandinavien og de Kapverdiske øer) 5—6000 km. I nogen av de mellemliggende strøk finder vi at vekslingene ikke viser hel overensstemmelse med nogen av de nu nævnte, idet de ligger paa grænsen mellem aktionsomraaderne.

Paa samme figur (16) har vi øverst gjengit kurverne for vekslingene i den magnetiske deklination i Kristiania og i solflekkenes relativtal. I begge kurver er den 11-aarige periode eliminert. De viser samme slags vekslinger som de andre kurver paa figuren; men det er den merkelighet at vekslingene i enkelte tidsrum (som f. eks. i aarene 1865—70 og efter 1892) viser en mer eller mindre utpræget direkte overensstemmelse med de meteorologiske vekslinger, mens

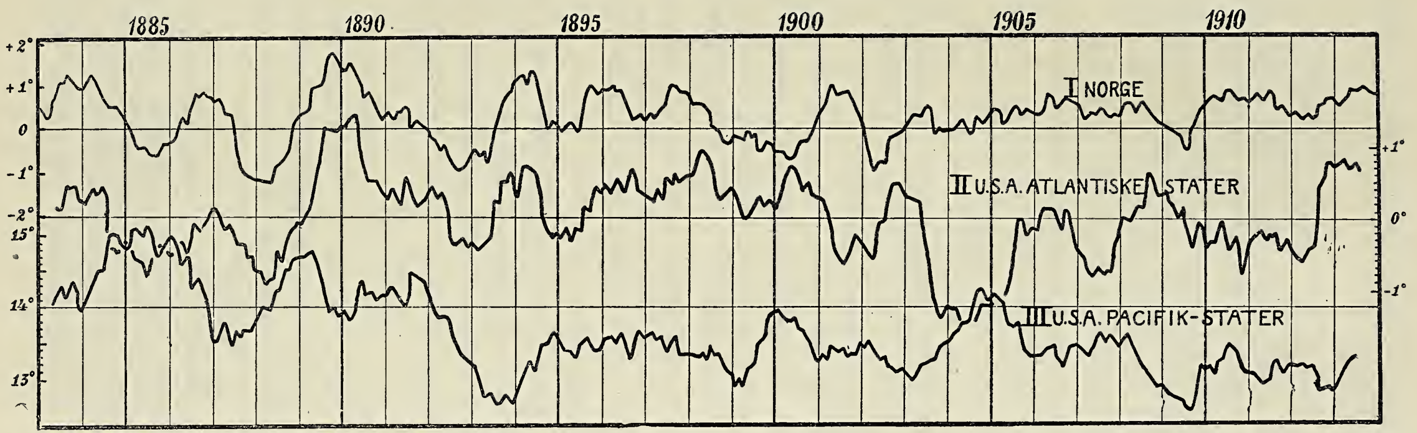


Fig. 17. Lufttemperatur i 12-maaneders utjevning: I for Norge, II for De forenede staters østlige del (ved Atlanterhavet), og III for deres vestlige del (ved Stillehavet).

overensstemmelsen i andre tidsrum (f. eks. 1875—1892) for det meste er omvendt.

Den slags omslag fra direkte til omvendt overensstemmelse finder vi igjen paa flere steder paa jorden og de indtræffer ofte omtrent paa samme tidspunkt. Vi viser her i fig. 17 som eksempel en sammenstilling av kurver for lufttemperaturen (utjevnet ved 12 maaneders midler) i Norge, i den østlige del av De forenede Stater (det atlantiske omraade) og i den vestlige del (Pacifikomraadet).

Kurverne viser at temperaturvekslingene næsten stadig gaar omvendt av hverandre paa vestsiden og østsiden av De forenede Stater, men det er den merkelighet at i alle de undersøkte aar til og med 1896 veksler temperaturen i de østlige Forenede Stater slaaende likt temperaturen i Norge (overensstemmelserne gaar tildels i detaljer) mens efter denne tid gaar vekslingene omvendt.

Dette er et nyt eksempel paa overensstemmelser i vekslingene paa vidt forskjellige strøk av jorden. Denne samtidighet i vekslinger over de forskjelligste deler av jorden illustreres godt ved kurverne i fig. 18 som viser vekslinger i de 12-maaneders utjevnete værdier av lufttemperaturen i Batavia, Mauritius, Antananarivo (Madagaskar), Port-au-Prince (Vestindien) og Arequipa (Peru) og av overflatetemperaturen i Det indiske hav.

Paa andre steder har vi ogsaa fundet merkelige omslag i de meteorologiske vekslinger i midten av 90-aarene. Før denne tid veksler saaledes lufttemperaturen i Bombay paa samme vis som temperaturen f. eks. i Wellington nær Indiens sydspids, i Colombo (Ceylon) og i Batavia (Java). Derimot veksler den omvendt som f. eks. temperaturen i Leh i det nordlige Indien. Efter midten av 90-aarene slaar det pludselig om: siden da veksler temperaturen i Bombay samme vei som i Leh, men nøiagtig omvendt av temperaturen i Wellington, Colombo og Batavia.

Aarsaken til disse omslag i temperaturvekslingene maa skyldes forskyvninger i aktionsomraaderne, saaledes at f. eks. et sted som har ligget indenfor et høitryksomraade ved en forskyvning i den relative lufttryksfordeling kommer indenfor grænserne for et lavtryksomraade. Men slike forskyvninger i

lufttryksfordelingen maa skyldes enten forandringer i den solstraaling som naar jorden eller forandringer i absorptionsforholdene i vor atmosfære.

Det er i denne forbindelse værd at lægge merke til at efter Lockyers undersøkelser av solens spektrallinjer har der været en iøinefaldende forandring i disse i midten av 90-aarene, netop paa den tid da vi har fundet det ovenfor omtalte omslag i temperaturvekslingenes gang paa jorden.

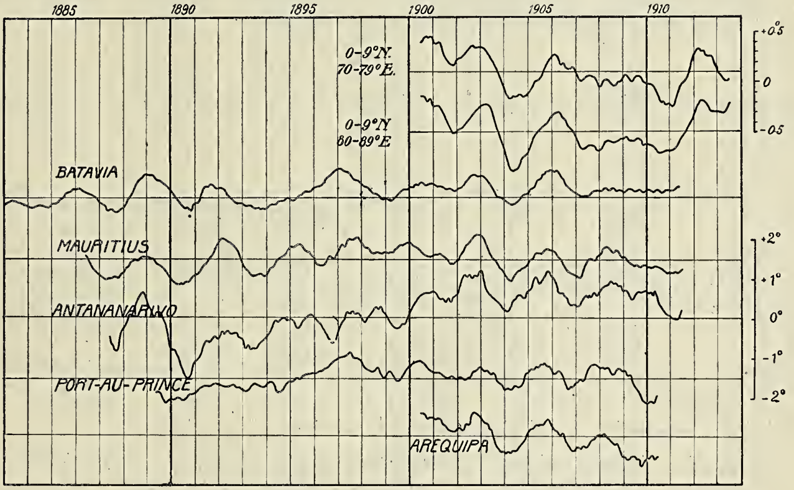


Fig. 18. De to øverste kurver viser vekslingene i overflatevandets temperatur i Det indiske hav indenfor to felter (0°—9° n. br., 70°—79° ø. l., og 0°—9° n. br., 80°—89° ø. l.). De andre kurver viser vekslingene i lufttemperatur i Batavia, Mauritius, Antananarivo (Madagaskar), Port-au-Prince (Vestindien) og Arequipa (Peru). Alle kurver fremstiller avvikelserne i maanedsmidler efter 12-maaneders utjevning.

Vi har ogsaa for andre steder av jorden end de tidligere omtalte undersøkt sammenhængen mellem vekslingene i lufttryksdifferansen (trykgradienten) og i lufttemperaturen, og har i alle de strøk vi har undersøkt fundet en nøie genetisk sammenhæng mellem dem. Som eksempel gir vi her kurverne i fig. 19 for lufttryksdifferansen mellem San Diego (Kalifornien) og Santa Fè (Arizona) og for temperaturen i San Diego, endvidere for lufttryksdifferansen mellem Portland (Oregon) og Denver (Montana) og for temperaturen i Portland. Lufttryks-

fordelingen over disse strøk i Nordamerika er slik at en øket gradient vil bringe en økning av de nordlige vinde og saaledes en sænkning av temperaturen; derfor maa temperaturkurverne tegnes omvendt. Overensstemmelsen mellem disse omvendte temperaturkurver og kurverne for trykdifferansen er ganske fuldkommen.

Vi har ogsaa studert lufttryksdifferansen mellem Colombo (Ceylon) og Hyderabad (Nord-Indien) og fundet at den veksler omvendt som lufttemperaturen endog paa en saa langt fra For-Indien liggende station som Batavia.

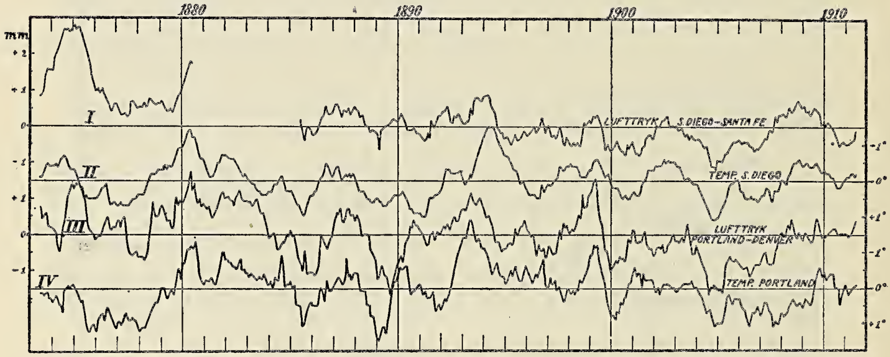


Fig. 19. Maanedsmidler i 12-maaneders utjevning. I: lufttryksdifferans San Diego—Santa Fe. II: lufttemperatur San Diego. III: lufttryksdifferans Portland—Denver. IV: lufttemperatur Portland.

De perioder i vekslingene som kommer særlig tydelig frem ved vor 12-maaneders utjevning av observationsmaterialet har som kurverne for de forskjellige steder viser længder paa 2 eller nogen faa aar. De er meget utprægete og overskygger i de fleste tilfælder fuldstændig den før omtalte periode paa 11 aar eller mulige andre perioder av endnu længere varighet. Der er saavel av andre som av os gjort mange undersøkelser over disse længere perioder. Vi skal dog ikke her gaa nærmere ind derpaa, men til slutning bare kort omtale nogen av vore resultater for 11-aarsperiodens vedkommende.

I fig. 20 gjengir vi en del kurver for den gjennemsnitlige aarstemperatur i forskjellige strøk av jorden. Vi har utjevnet ved 3 aars midler, saaledes at den i en av kurverne avsatte værdi for hvert aar er et middel for dette aar, det nærmest

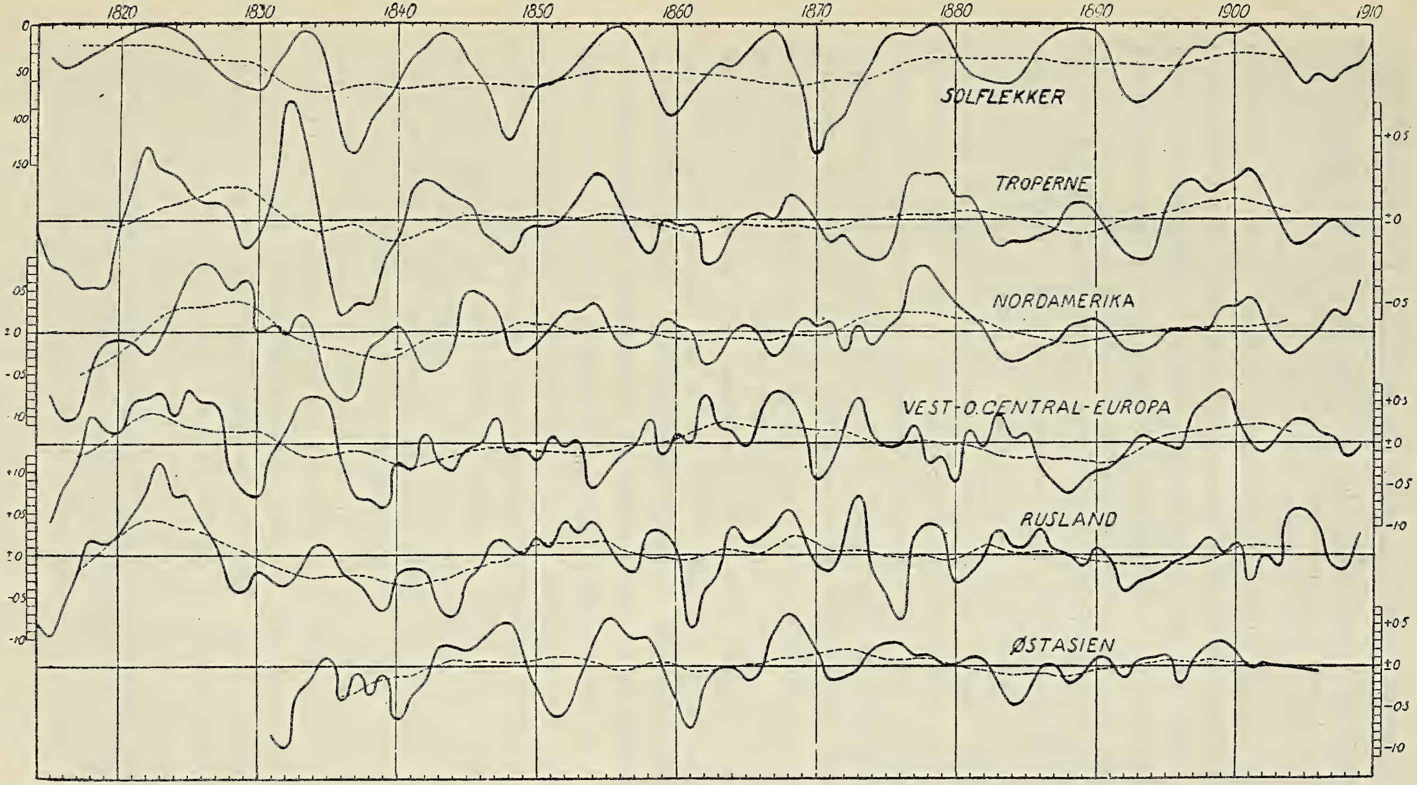


Fig. 20. De hel-trukne linjer: Øverst aarsmidlene av solflekkenes relativtal, de andre 3-aarsmidler for lufttemperaturavvikelserne i forskjellige strøk av jorden (efter Köppens og Mielkes temperatur-tabeller). De brutte linjer viser de forskjellige værdier i 11-aarsmidler.

foregaaende og det nærmest efterfølgende. Den øverste kurve fremstiller relativtallene for solflekkene i direkte aarsmidler; denne kurve er tegnet omvendt (med voksende skala nedover). Denne omvendte solflekkurve viser særlig god overensstemmelse med kurven for Troperne. Som ovenfor omtalt var dette at vente: en øket luftcirkulation betinger gjennemgaaende en sænkning av temperaturen, særlig i kyststrøkene og paa øerne hvor de fleste stationer findes. Der er ogsaa antydning til en lignende omvendt overensstemmelse mellem solflekkurven og kurven for Nord-Amerika, men denne er mindre utpræget, hvilket maatte være at vente, da som vi før har paavist bl. a. temperaturene paa vestsiden og østsiden av De forenede Stater næsten stadig veksler i omvendt retning av hinanden. For de andre kurvers vedkommende er der liten eller tildels omvendt, og ofte ingen overensstemmelse med den omvendte solflekkurve. Efter hvad vi før har nævnt kan der heller ikke ventes andet, da disse strøk er saa store at de rummer aktionsomraader hvor virkningene for en stor del gaar mot hverandre og det kan bli tilfældig hvilken virkning blir mest dominerende ved middeltals-dannelsen. Det kan i forbigaaende nævnes at der i flere av disse kurver er tegn til en tvedeling av den 11-aarige solflekperiode, noget som tildels er kommet sterkt frem ved flere av vore andre undersøkelser.

Da der fra den hollandske station i Batavia findes meget gode observationer over de forskjellige meteorologiske elementer for en lang aarrække, har vi underkastet disse observationer en særlig indgaaende behandling. Vi gjengir her fig. 21 som viser kurverne for nogen av de meteorologiske elementer (lufttryk B, temperatur T, og nedbør P) i Batavia stillet sammen med de omvendte kurver for antallet av solflekker (S) og protuberanser (R, C); alle kurver viser værdiene efter 3 aars utjevning paa lignende vis som ovenfor nævnt. Der er gjennemgaaende en god overensstemmelse mellem de forskjellige kurver. Man vil dog lægge merke til at den 11-aarige periode i kurverne for de meteorologiske forhold viser en opdeling i 2 eller tildels flere mindre perioder. Vi kan ogsaa gjøre opmerksom paa at vekslingene i lufttryk gjennemgaaende kommer noget før de tilsvarende vekslinger i temperatur, hvilket maa være at vente efter aarsakssammenhængen. — Vi har

beregnet gjennemsnitsværdiene for de forskjellige meteorologiske elementer i Batavia indenfor de 4 11-aars perioder i tiden 1866—1910 (se fig. 21) paa den vis at vi har tat midlet

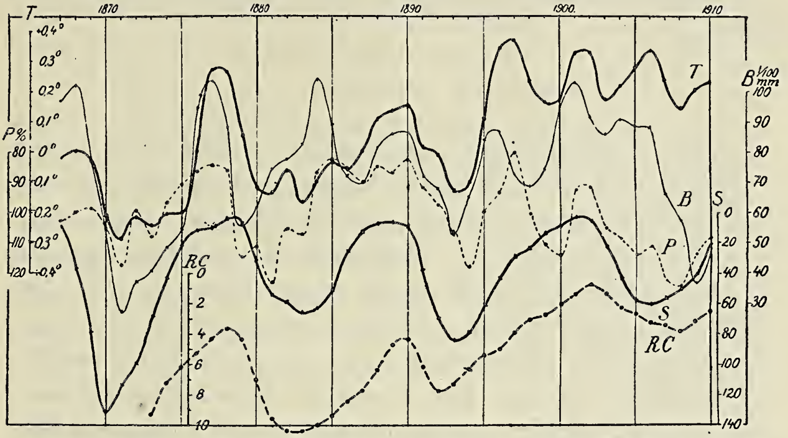


Fig. 21. Fortløpende 3-aarsmidler av lufttemperatur (T), lufttryk (B), og nedbør (P) i Batavia, av solflekkenes relativ-tal (S) og av protuberanser (R C, efter observationer i Rom og Catania).

for lufttryk, temperatur og nedbør for første, andet o. s. v. aar i hver av 11-aars periodene. De saaledes fundne middelværdier for hvert av periodens 11 aar er fremstillet i fig. 22. En tilsvarende beregning er ogsaa utført for solflekkene

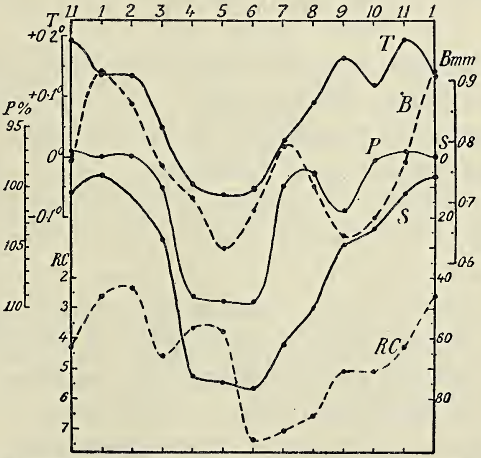


Fig. 22. Vekslingene indenfor den 11-aarige periode i lufttemperatur (T), lufttryk (B) og nedbør (P) i Batavia, i solflekker (S) og i protuberanser (RC). Gjennemsnit for 4 perioder (1866—1910).

(for det samme tidsrum) og for protuberansene; resultatene er gjengit i de omvendte kurver S for solflekkene og RC for protuberansene. Den 11-aarige periode er meget utpræget i alle kurver; luftryk og nedbør har en bestemt tvedeling av perioden.

Med de undersøkelser som der nu er gjort rede for har vi forsøkt at komme til større klarhet end vi hittil har hat over klimavekslingene, deres lover og aarsaker. Det er indlysende at denne opgave — som alene kan forfølges gjennem en indgaaende behandling av et meget omfattende og forskjelligartet observationsmateriale — er saa stor at den trænger lange tiders undersøkelser for at kunne løses paa en tilfredsstillende maate. Den er ogsaa vanskelig fordi forholdene er saa indviklete og der er saa mange forskjelligartete faktorer som gjør sig gjældende. Vore undersøkelser er derfor langt fra at være avsluttede. Men vi mener allerede nu at kunne slaa fast at de klimavekslinger paa jorden som de meteorologiske observationer viser skyldes i første række vekslinger paa solen. Disse bringer en vekslende energimængde til vor atmosfære, hvorved der i atmosfærens bevægelse fremkaldes vekslinger som igjen er den væsentligste direkte aarsak til vekslinger i temperaturen ved jordens overflate.

Vi har tidligere nævnt at atmosfæren absorberer omtrent dobbelt saa meget solstraaleenergi som der naar frem til jordoverflaten. Den væsentligste absorption finder naturligvis sted i de nedre, tætte lag av atmosfæren. Der er imidlertid en vekselvirkning mellem absorptionen og luftens beskaffenhet, dens indhold av vanddamp, skyer, støv etc. Forskjellige forskere (Hanzlik, Ångström o. a.) har derfor i mange tilfælder fundet en overensstemmelse mellem atmosfærens gjennemskinlighet og de meteorologiske vekslinger ved jordoverflaten.

Den absorberte straalingsenergi, som saaledes kan veksle meget i første række fordi der er vekslinger paa solen, men dernæst ogsaa paa grund av luftens uensartethet, vil for en væsentlig del omsættes i bevægelse. Professor Bjerknes og hans skole har nylig paavist at der foregaar stadige forskyv-

ninger av grænsen mellem den kolde luft fra høie bredder og den varmere luft fra lave; der opstaar bølger langs den saakaldte »Polarfront«, og disse bølger fremkalder vekslinger i temperatur, nedbør og vind langs »fronten«. Det er vistnok meget sandsynlig at disse bølger netop er en saadan virkning av vekslingene i den absorberte straalingsenergi fra solen, som vi i almindelighet har antat maa finde sted. Det er ogsaa sandsynlig at selve »Polarfronten«s gjennemsnitlige beliggenhet veksler gjennem længere tid paa grund av vekslingene i solstraalingen, at med andre ord omraadet for det urolige veir kan flytte sig og dermed fremkalde mere langvarige klimatologiske vekslinger; paa nogen steder vil flytningen ha én virkning, og paa andre den motsatte. Et fortsat studium av disse forhold vil forhaabentlig gi saadanne resultater at man senere vil kunne forutsi veirets karakter ikke bare for det nærmeste døgn, men ogsaa for en temmelig lang tid — uker og maaneder — fremover[1]).

Lægger rugden to kuld om aaret?

Av James A. Grieg.

Faar en fugl sine egg ødelagt, lægger den som oftest et nyt kuld som dog ikke er fuldtallig. Saa ogsaa med rugden. Dens egglægning foregaar i april og mai[2]) og allerede i slutten av sidstnævnte maaned kan man træffe paa flyvedygtige, halvvoksne unger av de tidligst lagte kuld. Utover vaaren og forsommeren findes undertiden reder med tre egg, som øiensynlig tilhører omigjenlagte kuld. Men der kan ogsaa endog

---

[1]) Nederst paa s. 20 og øverst paa s. 21 er der en feil som bør rettes. Det skal staa at rotationstiden er mindst (hastigheten størst) ved ekvator og tiltar mot polerne, saaledes som tallene viser.

[2]) Allerede i de sidste dager av mars kan egglægningen være paabegyndt (N. J. F. F. Tidsskr. 1898 p. 201, cfr. »Nat.« 1899 p. 63). Nævnes kan forøvrig i denne forbindelse at 25. april 1920 blev paatruffet to kuld med unger paa Oustøen i Bærum. Efter størrelsen maatte ungerne være mindst 8 dager gamle (N.J.F.F.T. 1920 p. 179). Ogsaa disse kuld maa saaledes være lagt i de sidste dager av mars.

saa sent som i august findes fuldtallige kuld med fire egg og endog i september spæde, dunklædte unger. Er ogsaa disse kuld omigjenlagte eller viser de at rugden kan ruge to ganger aarlig? Det er spørsmaal som oftere er blit drøftet av jægere og ornitologer. Særlig er det nordiske ornitologer som har beskjæftiget sig hermed, men ogsaa tyske, saaledes Hoffmann og Brehm. I engelske verker, selv i saa indgaaende som Dresser: Birds of Europe, Bowdler Sharpe: Birds of Great Britain og Yarrell: British Birds skildres derimot kun egglægningen om vaaren. Det samme er forøvrig tilfældet med de ældre nordiske forfattere; i »Skandinavisk Fauna« nævner saaledes Nilsson kun at ungerne blir utklækket i slutningen av mai og at de er utvokset i slutningen av juni.

Spørsmaalet om rugden lægger to kuld om aaret blev først bragt paa bane i 1864 i »Svenska Jägareförbundets Tidsskrift«, som ogsaa i sine senere aarganger har indeholdt værdifulde indlæg om dette spørsmaal. Blandt de første som har behandlet dette emne kan forøvrig nævnes Meves, Palmén og Holmgren. I »Bidrag till Sveriges Ornitologi« skriver Meves: »Att morkullan värpar mer än en gång om året bekräftas deraf att ägg ofta hittas ännu i august«, og nævner i denne forbindelse at et rede med tre næsten fuldt utrugede egg blev fundet 11te august.

Palmén skriver i 2. del av Wright: Finlands Foglar: »Man har ansett, at morkullan skulle lägga tvenne kullar om året. Hr. C. Aschan hysar denne åsigt och meddelar derom (1871) följande: Den första kullens ägg påträffar man i medlet af mai, exempelvis här i Kuopio den 16. mai 1868, och flygfärdiga ungar i medlet av juni (Kexholm den 18. juni 1851). Af den andra kullen har jag träffat flygfärdiga ungar i Borgå skärgård den 9. august 1866 samt här i Kuopio något senare i august. Dessutom har jag midsommartiders skjutit hanar på sträck med mycket uppsvullna testiklar, utvisande fogelns andra parningstid. Detta sträckande räcker för öfrigt långt in i juli, bortåt medlet av månaden«.

Holmgren omtaler i »Skandinaviens Foglar« at egg og smaaunger er fundet langt ind i juli og desuten er hanner paatruffet trækkende sent paa sommeren, hvorfor man mener

at rugden lægger to kuld, et tidlig paa vaaren og et længere ut paa sommeren, og tilføier derpaa: »Men i brist på fullt tillräckliga facta vilja vi dock icke för närvarande uttala oss hvarken för eller emot denna åsigt. Vi anse oss emedlertid böra anmärka, att den första kullen ofta nog af ett eller annat skäl går om intet, och att man allestädes, der morkullan skjutes förmedelst ståndskytte på drag, förmärkt en ganska betydlig oregelbundenhet i hennes förplantning. Dessutom har man funnit, att hon i de södra delarna af landet alltid häckar tidigare än i de nordligare, äfvensom i högre bergstrakter senare än på låglandet«.

Hvad Holmgren her har antydet, at rugdens egglægning utover sommeren skyldes en omigjenlægning, efterat det første kuld er blit ødelagt, anser Kolthoff som den eneste grund. I »Vårt Villebråd« skriver han: »Någon enda gång hafva vi af morkullan, liksom af andra fåglar, funnit ägg eller späda ungar i juli, t. o. m. i slutet av nämnda månad, utan tvifvel beroende deraf, att föregående kullar blifvit förstörda. Så väl jägare som ornitologer hafva ofta med anledning af dessa sena fynd anset morkullan frambringa tvenne kullar om året. För min del är jag förvissad om, att detta lika litet är fallet med morkullan som med andra vadare. Skulle man draga en sådan slutsats af de sena kullarna, hade man samma skäl för antagandet, att de flesta andre fåglar frambringade två kullar. — — — Får hon af en eller annan orsak sina ägg forstörda, lägger hon om, och i första omlagda kullan har hon åter 4 ägg, men i den andra eller möjligen tredje lägger hon i likhet med snäpporna, vipan och spofvarne endast 3 ägg«. I »Nordens Fåglar« hævder likeledes Kolthoff og Jägerskiöld at rugdens sommerkuld er omigjenlagte, da første kuld er blit ødelagt. I den nye utgave av dette verk skriver derimot Jägerskiöld efter at have omtalt hvorfor mange ornitologer mener at rugden aarlig lægger mere end et kuld: »Om detta antagande är rigtigt, skulle hon bland vadarna härutinnan intaga en särställning. De sena kullarna i augusti måste dock anses bero på att tidigare lagda förolyckats och bevisa i och för sig intet«. Lönnberg skriver i »Sveriges Ryggradsdjur, Fåglarna« at spørsmaalet om rugden lægger mere end et

kuld kan endnu ikke anses at være løst, Carlson anfører derimot i »Sveriges Fåglar« at den hækker to gange aarlig.

Av finske ornitologer, som i de senere aar har beskjæftiget sig med rugdens egglægning kan nævnes Forsius. I »Meddel. af Soc. pro Fauna et Flora Fennica« vol. 37 meddeler han at han 22. august 1910 hørte rugden trække ved Karislojo i nærheten av Åbo og at der dagen efter blev fundet et rede med tre litet rugede egg. I tilknytning til denne meddelelse omtales at rugden i den nævnte egn trækker i mai, i midten av juni og i midten av juli, hvorfor den maa antages at lægge i det mindste to kuld aarlig. Kuldet fra august turde derimot være omigjenlagt efterat et tidligere er blit ødelagt.

I motsætning til de fleste svenske ornitologer uttaler baade Barth og Collett sig meget bestemt for at rugden lægger aarlig to kuld. I »Norges Fuglevidt« leverer Barth et længere meget indgaaende bevis for teorien om to kuld, som det her vil føre for langt at citere; nævnes skal kun at han støtter sig til den kjendsgjerning at rugden kan træffes med egg eller smaa unger i juli og august og at rugdetrækket kan vare like til slutningen av juli, ja undertiden endog længere. I »Mindre Meddel. vedr. Norges Fuglefauna 1877—80« skriver Collett: »Enkelte par af denne art udruge 2 kuld samme sommer. I slutningen af mai ere ungerne af første kuld i regelen halvvoksne; af 2det kuld har jeg fundet halvvoksne unger i omegnen af Kristiania den 28. august 1871 og 20. august 1878«. Videre heter det i »Mindre Meddel. vedr. Norges Fuglefauna 1882—92«: »Ogsaa i juni findes ofte nylagte kuld, ligesom utvivlsomt flere par udruge 2 kuld samme sommer. I 1882 fandt saaledes cand. Thome ved Fredriksstad 2 reder (hvert med blot 3 æg) i midten af juli og endnu 20. juli vare ungerne i disse ikke udrugede. Ungerne af disse høstkuld stødes jevnlig op under aarfugljagterne i midten af august, og ere da ofte knapt halvvoksne. Saaledes traf stud. Huitfeldt-Kaas ved Kornsø ovenfor Fredrikshald 23. august 1887 et kuld knapt flugtvoksne unger, der endnu ledede af forældrene, hvoraf den ene vedblev længe skrigende at forfølge jægeren«.

Efterat i »Norges Fuglefauna« ha omtalt at rugdens egglægning normalt foregaar sidst i april og først i mai og at

der endnu i juni kan findes reder med friske egg, tilføier Schaanning: »Omlagte kuld paa 3 egg er ikke sjelden fundet endnu medio juli«. Han synes saaledes at slutte sig til Kolthoffs opfatning.

Fiskeriinspektør Landmark, overlærer Røskeland og konservator Wollebæk har velvilligst tilstillet mig meget uttømmende lister over fuldtallige rugdekuld fundne her i landet, av hvilke jeg dog her kun bringer en fortegnelse over kuldene fra sidste halvdel av juni, fra juli og de første dager av august. I fortegnelsen er likeledes medtat to kuld fra juli, som opbevares i Bergens Museum.

16.	juni	Stenkjær	1 kuld
19.	„	Namdalen	1 —
26.	„	Stenkjær	1 —
28.	„	Smaalenene	2 —
2.	juli	Fluberg	1 —
4.	„	Vennesla	1 —
6.	„	Namdalen	1 —
12.	„	Smaalenene	4 —
21.	„	Mo, Ranen	1 —
1.	aug.	Vennesla	1 —

Barth bringer i »Norges Fuglevildt« en fortegnelse over rugdereder, som er undersøkt av distriktslæge Printz i Valdres. I denne fortegnelse nævnes fra juli tre kuld med fire egg og et med tre.

8. juli 1920 fandt jeg noget ovenfor sæteren Freidal i Jondal, Hardanger, ca. 500 m. o. h., et rugderede med fire friske egg. Redet laa i ganske træbart lænde under noget »bort« eller burkne *(Athyrium filix femina)*. Det bestod av ganske løst sammenføiede visne bortstilker og løv, hvoriblandt der ogsaa fandtes noget mose, kraakefot *(Lycopodium clavatum)* og tyttebærblader.

Ifølge meddelelse fra konservator Nordgaard fangedes 16. juli 1912 i Rissa fire ca. 8 dager gamle dunklædte rugdeunger.

24. august 1885 kom jeg mellem Hamlegrø og Blaakol, Hardanger, ca. 600 m. o. h., over en rugde med fire dunklædte

unger. En av ungerne bortførte fuglen, holdende den i klørne, en anden av dem forstak sig mellem lyngen. Derimot lykkedes det mig at fange de to andre i en hov, jeg hadde med mig. Disse to unger var ganske spæde, neppe mere end et par dager gamle.

Forstkandidat Jens Lunde har i brev velvilligst meddelt mig at han 25. august 1917 under en harejagt i Valebø, Holla herred, skræmte op en rugde med fire nylig utklækkede unger. Kuldet laa i en dalsænkning under en liten granbusk ca. 100 m. o. h.

Rugden ruger i 17—18 dager[1]). De to her omtalte kuld skulde saaledes være lagt i de første dager av august og kuldet fra Rissa ca. 24. juni. Fund av egg og dununger i august maaned foreligger der i literaturen flere beretninger om, saaledes omtaler Krank i »Fågelfaunan uti Gamla Karleby, Larsmo och en del af Kronoby Socknar« et rugderede med fire friske egg fra 6. august 1893 og i den nye utgave av »Nordens Fåglar« nævnes endog at der er fundet rugende hunner 28. august og dununger i september.

Selv om vi ganske bortser fra de to sidstnævnte observationer og kun tar hensyn til materialet fra sidste halvdel av juni, fra juli og de første dager av august, er det saa rikholdig, at man av det maa kunne drage paalidelige slutninger med hensyn til spørsmaalet om rugden ruger to ganger aarlig eller om de kuld egg og spæde unger, som findes om sommeren, stammer fra omigjenlagte kuld, efterat det første er blit ødelagt, og det saameget mere, da materialet kan suppleres med overensstemmende observationer fra Sverige og Finland. Gaar vi ut fra Kolthoffs teori vilde samtlige her nævnte kuld stamme fra anden og for de senest lagte sandsynligvis endog fra tredje gangs lægning. De skulde da i det høieste indeholde tre egg. Nu er de imidlertid fuldtallige med fire egg. De kan derfor ikke være omigjenlagte. Heller ikke tiden er til hinder for at disse kuld er nye. Allerede tidligere forfattere har paapekt at neppe alle rugder lægger to kuld om

[1]) I denne forbindelse kan nævnes at egglægningen synes at ta fire dager, saaledes fandt overlærer Røskeland ved Vennesla i 1919 et rede hvor 1. egg lagdes 30. april og 4. egg 3. mai og i 1920 et andet rede, hvor tiderne var henholdsvis 4. april og 7. april.

aaret, men kun de som først om vaaren paabegynder egglægningen. Rugningen varer 17—18 dager og der gaar ca. 6 uker, før ungerne blir voksne. Rugder som har lagt sit første kuld i slutten av mars eller i april, vil saaledes ha god tid til igjen at lægge et nyt kuld i juli.

Hvad der yderligere taler for at rugden kan lægge to kuld om aaret, er at den er fundet trækkende utover i juli, ja endog senere og at hanner, som i denne tid er skutt under trækket, har hat opsvulmede testes[1]). I 1899 fandt jeg saaledes ved Bryggen, Nordfjord, et livlig rugdetræk i hele juli maaned. Trækket foregik ved 11—12-tiden om natten. Lignende iagttagelser har fiskeriinspektør Landmark gjort i Søndfjord, præparant Dircks ved Rissa, forstkandidat Lunde ved Fossum og kandidat Thome ved Fr.stad. Overlærer Røskeland har observert at rugden i det mindste i enkelte aar trækker livligere i juli end i juni. 10. juli 1889 iagttok han et særdeles livlig rugdetræk ved gaarden Røskeland, Osterø ved Bergen. To og tre rugder jaget ofte hinanden. Paa en post blev skudt tre hanner, som alle hadde opsvulmede testes. 19. juli 1891 var der likeledes et meget livlig rugdetræk ved Røskeland. I literaturen foreligger likeledes beretninger om rugdetræk i juli maaned saavel herfra landet (Barth) som fra Sverige[2]) og Finland. Jeg maa derfor slutte mig til dem, som mener at rugden kan lægge to kuld om aaret, uten at det første er blit ødelagt.

Jeg har i denne artikel set bort fra kuld med tre egg, da de kunde være omigjenlagte efterat et tidligere kuld var blit ødelagt. Det er dog tvilsomt om i alle tilfælder dette er grunden til at kuldene ikke er fuldtallige. Bengt Berg har i de to hittil utkomne bind av pragtverket »Sällsynta Fåg-

---

[1]) I »Norsk Jæger & Fisker Forenings Tidsskrift« findes flere beretninger om rugdetræk senhøstes, i oktober, ja endog saa sent som 24. november (cfr. »Nat.« 1918 p. 30). Disse sene træk er dog ikke at opfatte som parringslek men snarere som øvelser. Sidestykke hertil kjendes fra orfuglen, som undertiden kan høres spille utover høsten. Dette orfuglens høstspil er kort, svagt og uregelmæssig.

[2]) Sv. Jägareförb. Tidsskr. 1898 p. 214, 1902, p. 216, 1913 p. 248. I flere av dette tidsskrifts ældre aarganger findes likeledes meddelelser om rugdetræk i juli maaned.

lar« paavist at i det mindste blandt nogen fuglearter lægger de fugl, som for første gang skal ruge, færre egg end de gamle. Maaker og terner lægger normalt tre egg. I reder, som tilhører yngre ikke fuldt utfarvede fugl, findes dog blot to egg. Det er ikke utelukket at det samme kan være tilfældet hos rugden. I saa fald skulde nogen av de rugdekuld, som indeholder tre egg, ikke være omigjenlagte, men stamme fra yngre fugl, som hækker for første gang. At bevise denne teori vil dog neppe nogensinde være mulig, da de yngre rugder i sin dragt ikke avviker fra de ældre.

Kometer i 1919.

Av professor **J. Fr. Schroeter.**

Borellys komet fra 1918 blev fulgt i de første maaneder av aaret, men da dens lysstraale som ved aarets begyndelse var 9.0 stadig avtok fordi kometen fjernet sig fra solen blev den vanskeligere og vanskeligere at se. Ved aarsskiftet var dens avstand fra solen 1.5, fra jorden 0.6 astronomiske enheter, med andre ord den var saa langt ute i vort solsystem som Mars er, mens avstanden fra jorden paa det nærmeste var den største Mars kan ha fra jorden i sin opposition. Og det ser ut til, at det har været faa observatorier som har kunnet faa tak i den, længst er den seet i Hamburg, hvor den blev fotografisk observert 21de april, men da var ogsaa dens lysstyrke av 14de størrelse.

Schorr's komet ser ikke ut til at ha været observert i dette aar; den sidste observation er fra Hamburg nytaarsaften og kometen hadde da en lysstyrke av 15de stjernestørrelse.

Den første halvpart av dette aar var omtrent ganske blottet for kometer. Hele vaaren og størsteparten av sommeren gik med uten at man fik se nogen av de 6 kometer som var i vente og heller ikke lot nogen ny sig se. Først 30te juli meldtes det, at Max Wolf i Heidelberg hadde fundet

igjen Kopffs komet fra 1906, hvilket blev omtalt ifjor. Allerede en maaned tidligere, 28de juni, hadde den været i sit solnære, i midten av samme maaned jorden nærmest, nemlig 0,7 astronomiske enheter. Den blev fulgt hele aaret ut og hadde i denne tid en svak nordlig bevægelse i stjernebilledet Ørnen, søndenfor ækvator, og først ved aarsskiftet kom den over paa den nordlige himmel. Hvorlænge man har seet den under dens videre nordlige bevægelse gjennem Pegasus kan for tiden ikke bestemt siges. Saa meget er ialfald sikkert, at det objekt man hadde fat i i Hamburg 8de februar 1920 og som da formodedes var kometen ved senere revision paa himlen viste sig at være en svak stjernetaake.

Den næste periodiske komet som blev opdaget paany var den bekjendte Brorsen's komet fra 1847 (1847 V) som blev seet 21de august i Pegasus av Metcalf i Camp Idlewild, Vermont. Uavhængig herav blev den opdaget av Leiner i Konstanz 27de august, av Selavanov i Petrograd 1ste sept. og av Meesters i Halfweg ved Amsterdam. En ivrig og interessert amatørastronom her i landet, Olaf Hassel ved Krekling station, stødte paa denne komet 3dje sept., men drivende skyer hindret ham i at ta den nærmere i øiensyn; han merket sig dog hvorledes den stod til stjernene rundt omkring. Den næste aften var det fint veir og da hadde taakeflekken skiftet plads siden den foregaaende aften. Det var altsaa en komet han hadde set og ikke en taakeflek. Til Kjøbenhavn kom der 25de august melding om denne opdagelse samt to observationer fra Amerika. Men der maa en observation til for at faa kometens bane bestemt og da der samme dags aften var klarveir i Kjøbenhavn gik assistentene ved Kjøbenhavns observatorium J. Fischer Petersen og Julie M. Vinter-Hansen igang med at observere den. Det tok litt tid inden de fandt den. Der forelaa som nævnt to observationer fra Amerika, den sidste var mere end 2 dage gammel og i denne tid hadde kometen bevæget sig mere end 6° nordover. Endelig blev den indfanget og dens position blev bestemt. Men hvad gjør saa disse to unge ihærdige danske astronomer? Efter en anstrængende observation av kometen gir de sig med friskt mot ikast med at beregne dens bane. Den som har gjort dette vet hvad arbeide det koster og tid det tar; hele natten

gik med før de var færdige; men da de første solstraaler skimtedes i øst hadde de ikke alene banens elementer færdige, men de hadde ogsaa stukket ut kometens bane saa kometen var let at finde i dagene fra 26de august til 7de september. Man saa at kometen gik raskt nordover gjennem Pegasus, Svanen, Dragen og Den lille bjørn. Da Kjøbenhavnerne gik til sit arbeid 26de august, vandret disse to astronomer til telegrafstationen med sine resultater for at melde hele den astronomiske verden, hvor man hadde at søke kometen de nærmest følgende 14 dage. Sandelig et arbeid som vidner om begeistring for sin videnskap og som det staar respekt av. Og senere har de sørget for at man i tide fik vite hvor kometen var at søke. I de sidste dage av august fik man melding fra Amerika om, at den bekjendte kometberegner Leuschner hadde paavist, at det var den ventede Brorsens komet fra 1847 man hadde for sig og det var en stor overraskelse; ti saa tidlig som i 1920 hadde man ikke trodd den skulde vise sig paany. I 1847 var kometen synlig kun i 2 maaneder, fra 20de juli til 12te september, var den hele tid et noksaa taaket objekt, derfor ikke saa let at observere. Dette bidrog sit til at de forskjellige beregninger av kometens omløpstid avviger ikke saa litet fra hverandre. Saaledes fandt d'Arrest i sin første beregning en omløpstid av 28, i sin anden derimot 75 aar. Gould fandt 71 og 81 aar. Ved denne opdagelse hadde man 5 sikre kometer som tilhører Neptunfamilien, nemlig foruten denne og Halleys komet med en omløpstid av 76 aar, Pons—Brooks komet fra 1812 og 1884 med en omløpstid av 71.6 aar, Olbers komet fra 1815 og 1887 med en periode 72.6 og Westphals komet fra 1852 og 1913 med en omløpstid paa 61.7 aar. Hertil kommer 2 kometer til, nemlig kometen 1827 II (Pons—Gambart) med en omløpstid av 64 aar med en usikkerhet paa 5 aar — denne har imidlertid ikke vist sig igjen — og de Vico's komet (1846 IV) som ventes tilbake i perihel i november 1921, men dens periode er usikker paa 3 aar.

Brorsens komet komet kom altsaa tilbake efter 72 aars forløp, men efter hvad man vet nu er dens omløpstid 69.6 aar, altsaa henimot 2.5 aar kortere end før.

Da den blev opdaget nærmet den sig jorden og var den nærmest 5te september; avstanden var da 0.19 astronomiske

enheter. Men saa begyndte den at fjerne sig, hvorfor dens lysstyrke, som hadde været saa sterk at den kunde sees med blotte øie — 15de september saa man den i Utrecht av 5te størrelse og da hadde den en hale av 1°.5 længde pekende nordover — begyndte at avta. Solen kom den stadig nærmere og i sit perihel var kometen 17de oktober. Avstanden fra solen var da 0.5 astronomiske enheter, fra jorden 0.9. Fra 7de september begyndte den at gaa sydover og gik 27de oktober over paa den sydlige halvkule, hvor den holdt sig resten av aaret. Den hele tid har kometen ikke været noget iøinefaldende objekt. Den var diffus som i 1847 og uten kjerne. Holetschek saa 25de september en svak mot nord rettet hale.

Finlays periodiske komet fra 1886 blev set igjen som nævnt ifjor 20de oktober av Sasaki i Kyoto i Japan og dette blev meldt i et telegram 3die novbr., men denne første melding lød kun paa at der var seet en komet av 9de størrelse i nærheten av ψ i Stenbukken.

I Europa fik man først 8de november vite nærmere om denne opdagelse. Ogsaa for denne komet regnet frk. Vinter-Hansen sammen med observator Braae baneelementer og den første efemeride. Denne viste at kometen 17de oktober vilde være solen nærmest, altsaa samme dag som Brorsens komet, i en avstand av omtrent jordens middelavstand fra solen, og allerede de første elementer tilkjendegav at man hadde faat fat i en periodisk komet. Den bevæget sig raskt nordover gjennem Stenbukken, Vandmanden og Fiskene og kom over paa den nordlige himmel 21 november, men blev stadig svakere. Den blev fulgt aaret ut, fornemlig i Heidelberg og Hamburg, men da var dens lysstyrke sunket ned til 12te størrelse. Den blev observert til ut i mars 1920, men da var den saa svak som en stjerne av 18de størrelse.

Den 4de av de 6 ventede kometer, nemlig Schaumasses komet fra 1911 med en omløpstid av 8.1 aar blev, som ogsaa nævnt i oversigten ifjor, fundet igjen av opdageren 30te oktober og meldt samtidig med Finlays komet; den var av 12te størrelse 9 dage efterat den hadde passeret perihel — altsaa 4 dage efterat Brorsens og Finlays komet hadde være i perihel. — Den stod da i Jomfruen, men meget svak

som den var foreligger der kun sparsomme observationer av den.

Foruten disse 4 kometer har man i 1919 hat 2 nye kometer. Den første av disse blev opdaget i Bootes av Metcalf, 2 dage efterat han hadde faat fat paa Brorsens komet. Dagen efter blev den uavhængig herav opdaget av Borrelly i Marseille. I kikkert var den et noksaa iøinefaldende objekt. Den bevæget sig sydover og gik 19de oktober over paa den sydlige halvkule. Ogsaa for denne komet beregnet frk. Vinter Hansen og Fischer Petersen de første elementer som viste at kometen vilde være i perihel først 7de december i en avstand fra solen av litt over jordens avstand fra solen, fra jorden derimot av 1.9 astronomiske enheter. Den blev altsaa fundet over 100 dage før den kom solen nærmest. Trods den holdt sig utenfor jordbanen og ikke kom jorden nærmere end den nævnte avstand var den et noksaa let objekt at observere i større kikkerter.

Den anden nye komet blev opdaget av Skjellerup paa Cap 18de december og var av 8.5 størrelse; den stod da paa den sydlige himmel men bevæget sig nordover. 3die januar 1920 var den i perihel i en avstand fra solen av 0.30 astronomiske enheter.

I slutten av aaret fik man melding om, at Baade i Hamburg hadde 10de december observert et svakt objekt som stod nær det sted, hvor man efter beregningen skulde ha den periodiske Holmes komet. (Holmes som opdaget denne komet i 1892 døde i 1919). Senere efterforskninger viste at det ikke var Holmes komet som blev seet, men en svak stjernetaake. Rigtignok var der saa stor forskjel mellem positionen av dette objekt og Holmes komet, at man var mest tilbøielig til at tro at man hadde for sig en ny komet.

Ikke saa sjelden træffer man paa saadanne svake objekter som ved første betragtning nærmest ser ut til at være en komet, men som viser sig at tilhøre en stjernetaake. Det kan ogsaa hænde at det er en liten planet man har faat fat paa. Dette er tilfælde med det objekt jeg nævnte i kometoversigten for 1908 (»Naturen« 1909, side 125). Jeg omtalte at Wolf i Heidelberg muligens allerede 25de december 1907 hadde fotografert Enckes komet. Nu har det vist sig at det

var den lille planet Amherstia (516) som var opdaget paa observatoriet i Heidelberg 20de september 1903 man hadde faat spor av paa den fotografiske plate. Enckes komet og denne planet nærmer sig hinanden 0.028 astronomiske enheter i de egne av himlen hvor solen er i begyndelsen av juli, og 0.054 astronomiske enheter, hvor solen er i slutten av septbr.

Av periodiske kometer ventes i 1920 ikke mindre end 5 igjen. Men til disse hører Brooks komet fra 1886 (1886 IV) med en omløpstid av 5.6 aar, men da den ikke er set siden i opdagelsesaaret er det vel høist tvilsomt om man finder den igjen iaar. Den blev nævnt i oversigten ifjor, da den skulde været i perihel omkring aarsskiftet 1919—1920. Heller ikke har man stort haab om at finde igjen Tempel—Swifts komet, som kun har en omløpstid av 5.7 aar og sidste gang blev set i 1908, heller ikke de Vico—Swifts periodiske komet, som har en omløpstid av 6.4 aar og kun er set i 1844 og 1894. Derimot har man fundet paany Tempels anden periodiske komet 25de mai 1920 i Kyoto og uavhængig herav i Marseille 19de juli. Den har en omløpstid av 5.2 aar og blev sidst set i 1915. Tvilsomt kan det ogsaa være om man vil paany faa se Giocobini's komet fra 1900 som blev fundet igjen i 1913. Den har en omløpstid av 6.5 aar.

I 1882 hadde man en komet som nærmet sig solen 0.008 astronomiske enheter eller anderledes uttrykt kom soloverflaten paa en avstand av ⅔ av solradien. Dette er betydelig nærmere end den avstand, hvori de stjerner staar som under solformørkelsen 29de mai 1919 viste sig forskjøvet ut fra solen[1]). For ganske nylig er det blit nærmere undersøkt om Einsteins gravitationslære gir nogen avvikelse i kometens bevægelse i de nærmeste dage omkring 17de septbr., da den var i perihel og bevæget sig med en hastighet av henved 480 kilometer i sekundet, naar Newtons gravitationslov lægges til grund. (Hastighetene 8 dage før og 4 dage efter perihelpassagen vil fremgaa av følgende tabel:

Sept.	8.5 :	60	km./sec.	Sept.	18.0 :	145	km./sec.
„	14.25 :	90	„	„	19.0 :	110	„
„	15.60 :	110	„	„	20.0 :	90	„
„	16.61 :	150	„	„	21.5 :	80	„)

[1]) Se side 161.

Der kan ikke paavises nogen avvikelse mellem disse to anskuelser, men det maa her tages i betragtning, at kometen kan ikke paa grund av sit mere diffuse utseende observeres med den nøiagtighet, hvormed en stjernes position kan bestemmes.

Jeg vil ikke avslutte denne kometoversigt, uten at meddele at den bekjendte kometopdager Jerôme Coggia døde 15de januar 1919. Han var født 18de februar 1849 og var ansat ved observatoriet i Marseille fra 1866 til 1917, altsaa mere end 50 aar. Ialt 8 kometer opdaget han, deriblandt den straalende fra 1874, foruten 6 asteroider, og fra ham har man en rik skat av kometobservationer.

Bokanmeldelser.

M. K. Håkonson-Hansen: Om veir og vind i Trondhjem i tidsrummet 1885—1915. 70 s. 8vo. Med 65 tabeller og 8 grafiske figurer. Trondhjem 1920 (F. Bruns bokhandels forlag).

En oversigtlig fremstilling av lufttemperatur, lufttryk, vindforhold og nedbør i Trondhjem paa grundlag av 30½ aars detaljerte meteorologiske iagttagelser.

Boken bringer en særdeles kjærkommen tilvekst til vor fattige klimatologiske literatur. Den indledes med et forord av direktøren for Det norske meteorologiske institut, dr. Th. Hesselberg. *H.*

J. Runnström: Befruktningens och Fosterutvecklingens Problem belyst av experimentalzoologisk forskning. (Vetenskap och Bildning. Band XXX. Albert Bonniers forlag, Stockholm 1920. 282 pag. m. 109 fig. Pris 15 kr.).

Naturvidenskabelig oversigtslitteratur er ganske rik paa fremstillinger av befrugtning og fosterutvikling basert i det væsentlige paa dén morfologiske side av celle- og utviklingslære — fremstillinger, som derfor alt overveiende maa bli av deskriptiv natur.

I docent Runnströms bok fremtrær de herhenhørende problemer behandlet fra en ny side, idet forfatteren, som ogsaa undertitlen i hans bok angir, har søkt at belyse utviklingen ut fra de resultater, hvortil den zoologiske experimentalforskning er naadd. Forfatteren har her stillet sig en vanskelig opgave — den experimentelle zoologi er saa ny som særlig forskningsretning og de ganske vist meget betydelige resultater man allerede har naadd ved at angripe problemene og søke dem løst gjennem experiment er dog endnu kun spredte streiflys hist og her, der vanskelig kan sammenarbeides til et overskuelig hele.

Saa meget mere beundringsværdig er det resultat forfatteren har naadd i sin fremstilling — ikke alene faar læseren et fyldig indtryk av den experimentelle zoologis videnskabelige metode og de resultater, som allerede er naadd ad denne vei; men naar læseren lukker boken, vil han ha lært, hvorledes experimentalzoologien sætter ind hvor andre undersøkelsesmetoder ikke kan komme problemene nærmere ind paa livet og hvorledes der er en stor og vid arbeidsmark aapen for denne forskningsretning, som lover godt for en dypere forstaaelse av disse i biologisk forskning saa centrale omraader. En yderligere berikelse gir boken læseren ved den vellykkede maate, hvorpaa forfatteren ogsaa stiller spørsmaalene op mot deres historiske bakgrund.

Gjennem indledende kapitler om selve livets problem og cellelæren, der er den nødvendige forutsætning for forstaaelsen av hele utviklingsproblemet, føres læseren ind i et av experimentalzoologiens hovedarbeidsomraader, den hanlige og hunlige kjønscelles betydning for befrugtning og utvikling og den rolle de spiller som arvelighetsbærere.

Derefter følger i broget mangfoldighet de experimentelle undersøkelser, som er gjort for at trænge til bunds i utviklingens mekaniske forhold, i nervesystemets betydning for formdannelse, i kjønsbestemmende faktorer og den betydning kjønskjertlenes indre sekretion har for kjønskarakterens utvikling — for blot at dra nogen av de vigtigste avsnit frem og gi læseren herav lyst til at fordype sig i boken. Den lar sig ikke saklig referere i en kort oversigt, den maa læses; det er en lønnende, tankevækkende læsning, ikke blot for medi-

cinere og biologiske studerende, som alle burde kjende den, men ogsaa for det store, naturvidenskabelig interesserte publikum, til hvem jeg anbefaler den paa det varmeste.

Aug. Brinkmann.

E. S. Johansen: Moderne anskuelser om elektricitet og stof. Jul. Gjellerup's forlag, Kjøbenhavn 1920.

Forfatteren oplyser i forordet, at til grund for boken ligger 5 foredrag, som blev holdt for medlemmer av elektroteknisk forening, Kjøbenhavn, vaaren 1918.

»Foredragene tilsigter at gjøre fysikkens rike utvikling paa dette omraade tilgjængelig ogsaa for saadanne naturvidenskabelig interesserte læsere, der ikke møter med videregaaende matematiske eller fysiske forutsætninger«.

Første foredrag gir en indledende oversigt, andet handler om elektronenes opdagelse, tredje om elektronfeltet og relativitetsteorien, fjerde om den positive atomkjerne og de radioaktive stoffers kemi, femte om kvanteteorien og Bohr's atomteori.

For dem som har fulgt med i Fysisk tidsskrift, hvor forfatteren i de senere aar har været en av redaktørene, byr ikke foredragene noget væsentlig nyt, om man end her har den fordel at finde samlet og behandlet av en forfatter det som i tidsskriftet forekommer spredt og behandlet av flere.

Boken maa karakteriseres som meget vellykket. Forfatteren forstaar i en fremragende grad den kunst at fortælle klart og tydelig om det væsentlige. I hans fremstilling træр problemene frem likesom av sig selv og hele utviklingen bæres frem i et bredt og trygt leie. Man merker overalt at forfatteren har gjennemtænkt sit stof paa kryds og tvers og at han er er vant til at læse og tænke med det for øie at alt skal kunne omsættes til forstaaelighet ogsaa for andre.

Til foredragene slutter sig et par tillæg angaaende det elektromagnetiske felts teori, som optar mere end halvdelen av bokens sidetal. Disse tillæg indeholder antagelig for megen matematik til at kunne læses av folk uten specielle forutsætninger. De gir dog en udmerket oversigt og vil kunne tjene som et godt hjælpemiddel for de studerende.

Bj. Bjerke.

Smaastykker.

Noget nyt om isbræer. Fra Borchgrevink's, Amundsen's og andres færder til de antarktiske egne har vi hørt om »Barrieren«, den vidtstrakte, svaktheldende bræmark, som gaar ret i havet i Syd-Viktorialandet og utsender de store tavleformede antarktiske isfjeld. En engelsk forsker Frank Debenham, som var med paa kaptein Scott's sidste ekspedition, undersøkte i Mc. Murdo-bugten et forhold som før var iagttat, men ikke nøiere studert og ikke forstaat. Ovenpaa den nedre del av »Barrieren«, som for størstedelen flyter, idet undersiden ikke naar helt til havbunden, ligger der flere steder mudder fra bunden. I mudderet er der skjæl og andre levninger av havdyr. Disse dyrelevninger er merkelig nok hele og fine og kan ikke være transportert av bræen paa samme maate som det øvrige grus man finder oppaa bræer, nemlig morænegruset.

Det ser ut som om deler av havbunden hadde vandret opover tvers gjennem isen, til de nu befinder sig paa overflaten. Forklaringen av dette ved første øiekast noksaa paafaldende fænomen ser ut til i virkeligheten at være temmelig simpel. Under gunstige omstændigheter, navnlig i indelukte bugter som det undersøkte sted er, vokser den flytende bræ i kuldeperioder underfra paa samme vis som almindelig sjøis. Blir isplaten saa tyk, at den et eller andet sted naar ned i sjøbunden, fryser partier av denne fast. Om sommeren tør isen paa oversiden, og smelter der saa tilstrækkelig av den, letter hele ismassen sig fra bunden og kan i næste vinter faa en ny tilvekst der. Under denne tøning oventil og frysning nedentil kommer det indefrosne mudder fra sjøbunden omsider op paa isens overflate. Professor Fridtjof Nansen har nævnt for mig et lignende forhold ved almindelig polaris. Gammel saadan kan kjendes ved at den er graalig paa oversiden, idet der ligger en hel del diatoméstøv paa den. De i havet omdrivende diatomeer fryser ind paa undersiden og kommer i aarenes løp frem paa oversiden. Tøningen der er ikke jevn, og diatoméskallene som flyter med smeltevandet, samles gjerne i hoper. Da disse absorberer solstraalerne bedre end is, kommer de med tiden at ligge i smaa indsynkninger.

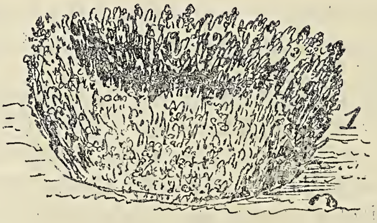
Løsner en del av »Barrieren«s rand som et frit seilende isberg, kan sjømudderet bli transportert langt fra det sted hvor det oprindelig hørte hjemme. Merkelig er endvidere, at man sammen med sjømudderet undertiden finder ikke uanselige mængder av glaubersalt (natronfosfat). Saadant utskilles av frysende havvand. Forholdene, som her er skissert, er

mere utførlig fremstillet i Debenham's avhandling, som staar i Quarterly Journal of the Geological Society, London 1920.

Denne proces, hvorved levninger av skjæl løftes fra et lavere til et høiere nivaa, har maaske ogsaa betydning til forklaring av adskillige norske skjælforekomster som man hittil ikke rigtig har kunnet forstaa, navnlig kanske visse forekomster av skjælførende ler under morænegrus.

Hans Reusch.

Underlig formede enerkrat. Paa en vandring opigjennem den lille dal, som fra Askevold kirke i Søndfjord fører ret mot nord traf jeg paa nogen eiendommelige vakre og frodige grupper av enerbusker. Der var en hel del av dem og de vokste hver vel avgrænset for sig paa flat græsgrodd beitemark. At de forekom saa enkeltvis kom kanske av beitingen. Nogen



av dem (fig. 1) vil jeg betegne som kraterformede. Buskene var ytterst størst, saa den hele gruppe hadde et indsøk i midten. Der vokste der tildels nogen bregner. En gruppe kunde være 2 til 3 meter i tvermaal og ½ til 1 meter høi. Meget forskjellige fra disse grupper var andre saadanne som fig. 2 viser; de var cylindrisk dannet av tætstaaende spredt voksende busker. Endvidere var der grupper som ikke var saa typiske, idet stammedelene var mere utoverheldende end i de typisk cylindriske. Man har altsaa hos disse grupper repræsentanter for de enere som vokser paa almindelig vis og de som minder om cypresser.

Søndfjord skal utmerke sig ved sin eners frodige vekst, og de nævnte to buskformer skal forekomme paa adskillige steder.

H. R.

Litt om tamme ekorn og smaafugl ved Mesnalien. Sjelden ser man saa tamme skogens dyr som her oppe paa Mesnalien. Hvor finder man ellers ekorn som traver rundt i trapper og korridorer, meiser som spiser av en haand eller en liten mor linerle som kommer trippende indover gulvet med sine smaa for at faa et par smuler til de sultne struper?

Særlig de smaa ekorn er her meget populære. De gaar allesammen, uanset kjøn og alder, under navn av »Pelle«. Her er en liten »Pelle« som kommer og besøker mig hver dag. »Pelle« er meget tam, den sitter paa mit natbord og knækker nøtter, mens jeg klapper den paa ryggen, eller sitter i min albuekrok, mens jeg spaserer sagte rundt paa gulvet. Naar »Pelle« er tørst, tar den sig en liten drink av mit vaskefat, og saa traver den rundt paa stoler og bord, balancerer

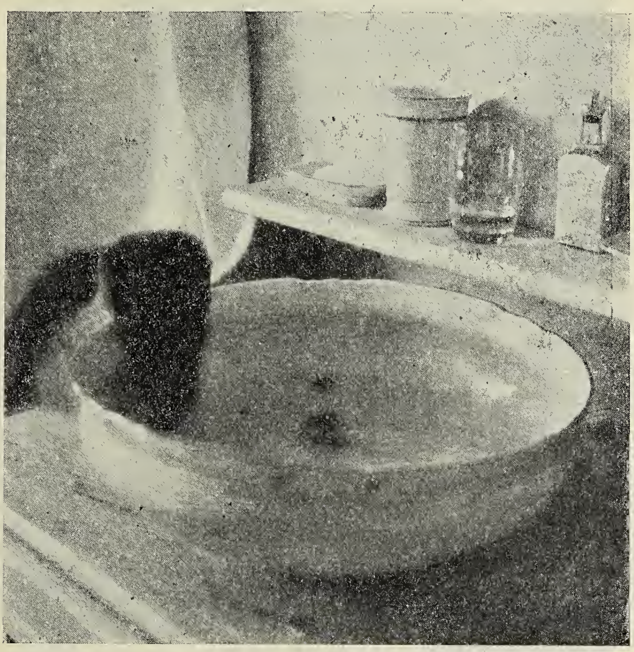


Fig. 1.

fint mellem flasker og blomsterglas og er i det hele en meget munter liten krabat.

Naar jeg sitter og spiser, skal »Pelle« straks op paa brettet for at inspicere. Ikke alt falder i dens smak, havregrøt med sur melk, nei tak! men smørbrød, idag rømte den med et stort deilig stykke franskbrød med schweizerost! Hveteboller, kjæks, fyldte kaker, nøtter, chocolade og til og med drops forsvinder alt i dens lille mave. Det er ganske imponerende hvad et slikt litet ekorn kan føre i sig. »Pelle« har saaledes sat tillivs engang 17, en anden gang 23 store mandler, og naar den dertil faar et par smørbrød omtrent saa store som den selv, skulde den jo bli ganske god og mæt.

Nøtter er imidlertid »Pelles« livret. Det er en fornøielse at se den knække nøtter. Et par gnav med de skarpe tænder

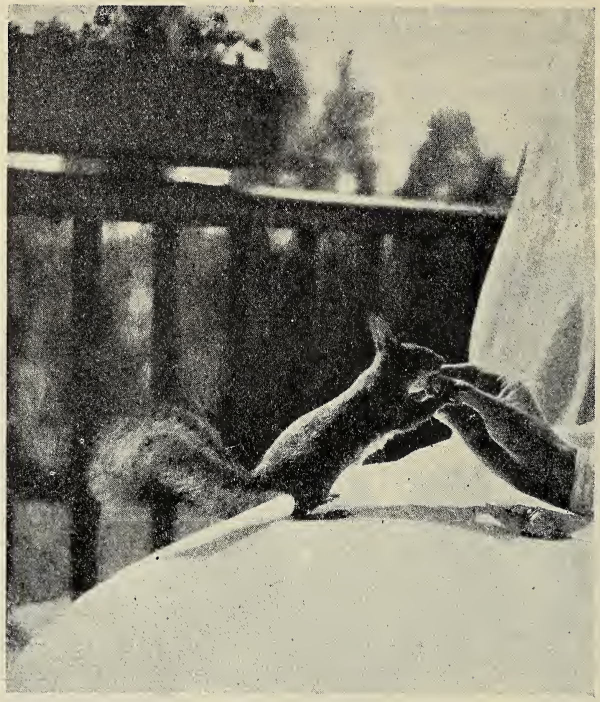


Fig. 2.

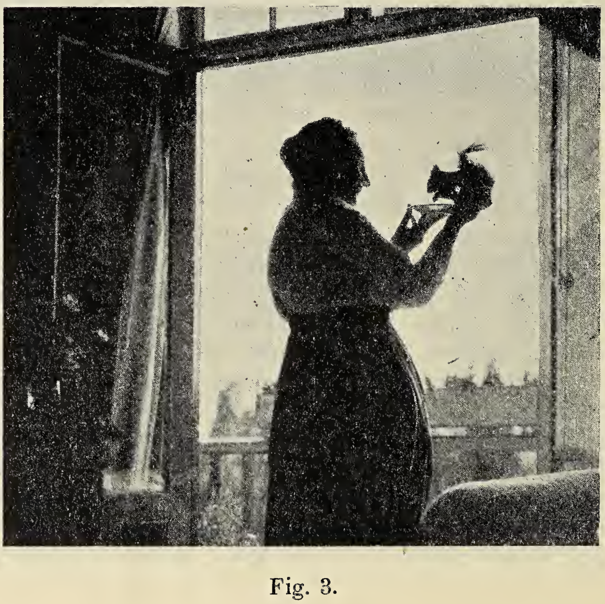


Fig. 3.

saa har den hul paa nøtten, bryter skallet op til den kan trække kjernen ut, og saa holder den resten av skallet mellem forbenene som en skaal under kjernen, mens den litt efter litt tygger den i sig. Man merker snart at der er enkelte nøtter som ekornet ikke vil ha. Hvis man knækker dem, kan man overbevise sig om at de er tomme eller mugne. Men »Pelle« gidder ikke engang knække dem. Den forstaar straks, antagelig ved hjælp av sin lugtesans, om nøtten er værdiløs. Undertiden nedlater den sig til at gjøre et par gnav i skallet, men heller ikke mer, før den lar en slik

Fig. 4.

nøt falde. »Pelle« har en ganske skarp lugtesans, den lugter nøttekjerner som ligger begravet i en bokhaug. Den har engang snust op en chocoladeplate i en frak, som hang paa væggen, og gnavet sig følgelig tvers gjennem frakkestoffet ind til inderlommen, hvor skatten laa forvaret, til stor glæde for frakkens »lykkelige« eiermand.

Meiser findes her ved Mesnalien i store tal, kjøtmeis, blaameis, svartmeis og graameis. Om sommeren ser man av og til en kjøtmeis, men naar vinteren kommer, trækker de alle mandsterke til huse, og da vaakner du en morgen med et par meiser paa sengkanten. Begynder du at gi dem mat, har du snart hele sengen fuld, de spiser av din haand og slaas indbyrdes om bitene. Men efter et slikt besøk kanske begeistringen kjølner en smule, du opdager snart at dine nye venner ikke er helt ut — renslige, nei, de er i det hele

slet ikke saa nøieregnende i den retning. Og saa besøker de dig naar du ikke er hjemme, og da interesserer de sig for dine bøker og blade og meget andet rart, som maa undersøkes med det skarpe neb, og naar meiserne saa kommer igjen næste morgen mens du ligger i din bedste søvn, da kan det hænde at du søvndrukken i raseri ekspederer en tøffel ut gjennem rummet efter dine kjære venner meiserne.

Men her findes ogsaa velopdragne fugle; se bare paa de smaa linerler, som kommer graciøst trippende indover gulvet og ser efter smuler. Her kommer en erlemor med sin haabefulde søn, en stor svær fyr, større end moren. Han kan fly, og han kan trippe paa linerlers vis, og han er flink til at pipe. Han har en graadig appetit og liker bedst at staa midt paa gulvet, gape høit og skrike av hjertens lyst og saa la moren sørge for maten. »Du gamle mor, du sliter arm — — — —«.

Foruten disse linerler og en del smaaspurv har jeg ogsaa hat besøk av en liten bokfink, mens et par rødstruper ikke har vovet sig længer end til at staa paa verandaen og kikke over dørstokken.

Om alle disse smaa venner gjælder det ganske rigtig at veien til deres hjerte gaar gjennem deres mave; skal man vinde deres fortrolighet, saa maa man ha en godbit at gi dem.

Herman Holst.

Pindsvinets spredning paa Jæren. Da det maaske er av nogen interesse skal jeg meddele, at pindsvinet synes at brede sig ut over Jæren nu. Tidligere har det forekommet paa nordre del av Jæren — omkring Stavanger, men i vaar blev her set flere voksne eksemplarer paa forskjellige steder i Nærbø som ligger 4 mil syd for Stavanger, og for etpar dager siden fandt vi en hun med 4 unger under en sten like ved husene paa min gaard, Nærbø.

Ungerne var nu av 1 à 1½ dcm.s længde og bevæget sig med nogenlunde lethet. — Mens vi betragtet dyrene, krøp moren ind i en stenrøs og utstøtte en eiendommelig, fuglekviddderlignende lyd — antagelig for at kalde ungerne til sig.

Stavanger 29. juli 1920.

H. Aanestad.

Lundseneren. Nedenstaaende fotografi er av en ener, som vokser paa eiendommen Lund i Meldals herred, Sør-Trøndelags fylke. Den findes her i en sydvestvendt li i gaardens havnehage i dyp, lerblandet muldjord sammen med gran, furu, or, bjerk og asp i glisen bestand og med en bundvegetation, der hovedsage-

lig bestaar av forskjellige græsarter. Det er ikke netop ved sin høide at dette træ imponerer, skjønt det med sine 6,9 m. alletider er bemerkelsesværdig. Derimot er stammens tykkelse meget betydelig idet den i brysthøide maaler 47 og 44,5 cm. i diameter, og i denne henseende overgaaes den ikke av mange nulevende enere hertillands. Træet er desuten usedvanlig smukt og harmonisk utviklet. Som det vil sees er stammen omtrent til mandshøide ugrenet, men herfra og videre opover utgaar der et stort antal meget lange, horizontale

grener, der gir kronen et paafaldende svært omfang. Den er ogsaa merkværdig i sit slags derved at den har en enkel hovedstamme, der kan følges i næsten hele træets længde, og er saaledes ikke som vanlig hos enere av denne type, hvor stammen allerede langt nede blir spaltet i et antal omtrent likeværdige og som regel mer eller mindre oprette hovedgrener. En undersøkelse har vist at antallet av aarringer paa sidste centimeter er 18 og massetilvekstprocenten ca. 0,46. Træets alder kan vel anslaaes til at være omkring 260—270 aar.

Da dette eksemplar er et av de største og vakreste i sit slags og saaledes er et udmerket eksempel paa hvad enere kan formaa at frembringe under Trøndelagens bredde er det

nu, efter andragende fra Trøndelagens Kredsforening for Naturfredning og med eierens samtykke, blit fredet i henhold til loven om naturfredning.

Henrik Printz.

Temperatur og nedbør i Norge.

(Meddelt ved Kr. Irgens, meteorolog ved det meteorologiske institut).

Juli 1920.

Stationer	Temperatur						Nedbør				
	Middel	Avv. fra norm.	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
	° C.	° C.	° C.		° C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø......	12.9	+ 0.3	20	6	4	2	129	+ 58	+ 82	45	27
Tr.hjem	14.9	+ 0.9	30	10	5	27	73	+ 6	+ 9	12	29
Bergen	14.1	— 0.3	25	8	8	26	330	+ 172	+ 109	52	25
Oksø......	15.5	+ 0.1	22	4	11	26	151	+ 68	+ 82	23	27
Dalen....	14.2	— 0.9	24	4	6	28	168	+ 80	+ 91	31	14
Kr.ania	16.3	— 0.7	26	8	8	29	112	+ 37	+ 49	19	6
Lillehammer	14.6	— 0.7	24	8	5	29	72	— 12	— 14	15	18
Dovre....	11.5	— 0.4	20	11	1	24	58	+ 3	+ 5	10	29

August 1920.

	° C.	° C.	° C.		° C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø	11.9	— 0.5	19	7	5	16	52	— 31	— 37	35	4
Tr.hjem	12.1	— 1.4	23	1	3	30	45	— 21	— 28	10	7
Bergen..	12.9	— 1.3	20	21	7	18	102	— 88	— 46	23	17
Oksø......	14.6	— 0.7	19	12	11	8	103	— 14	— 12	35	21
Dalen....	13.1	— 1.1	21	12	5	30	110	— 5	— 4	52	7
Kr.ania	14.3	— 1.6	23	14	7	29	90	+ 2	+ 2	20	19
Lillehammer	12.2	— 1.3	22	10	3	29	116	+ 21	+ 22	36	21
Dovre....	9.6	— 1.4	18	10	— 1	29	54	— 2	— 4	27	7

September 1920.

	° C.	° C.	° C.		° C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø......	11.2	+ 2.2	16	5	4	22	95	— 20	— 17	22	20
Tr.hjem	10.0	0.0	18	5	2	23	50	— 37	— 42	13	21
Bergen..	11.3	— 0.2	19	30	3	21	165	— 65	— 28	24	4
Oksø	12.6	+ 0.1	18	7	6	21	66	— 22	— 25	18	19
Dalen....	9.8	— 0.6	19	7	2	22	86	+ 8	+ 10	36	19
Kr.ania	11.3	— 0.2	19	7	3	22	72	+ 8	+ 12	27	19
Lillehammer	9.4	0.0	17	8	1	20	94	+ 40	+ 17	20	5
Dovre....	7.2	+ 0.3	14	2	— 2	22	40	+ 9	+ 129	16	19

Fra
Lederen av de norske jordskjælvsundersøkelser.

Jeg tillater mig herved at rette en indtrængende anmodning til det interesserte publikum om at indsende beretninger om fremtidige norske jordskjælv. Det gjælder særlig at faa rede paa, naar jordskjælvet indtraf, hvorledes bevægelsen var, hvilke virkninger den hadde, i hvilken retning den forplantet sig, og hvorledes det ledsagende lydfænomen var. Enhver oplysning er imidlertid av værd, hvor ufuldstændig den end kan være. Fuldstændige spørsmaalslister til utfyldning sendes gratis ved henvendelse til Bergens Museums jordskjælvsstation. Dit kan ogsaa de utfyldte spørsmaalslister sendes portofrit.

Bergens Museums jordskjælvsstation i mai 1919.

Carl Fred. Kolderup.

Tilkjøps ønskes.

Et nyt eller brukt eksemplar av: **Nedbøriagttagelser i Norge,** utgit av Det norske meteorologiske institut, aarg. XVII, 1911, ønskes kjøpt.

Tilbud bedes sendt pr. brev eller brevkort til

Inspektøren for rendriften,
Landbruksdepartementet, Kristiania.

Verdenskrigen

maner os til at forøke vort lands dyrkede arealer, for om mulig at kunne brødføde os selv. Dette sker billigst ved *myrdyrkning*, og myreiere faar gratis veiledning i myrenes utnyttelse til *opdyrkning, torvstrø* eller *brændtorv* ved henvendelse til

Det Norske Myrselskap, Kristiania.

Myrselskapets medlemmer erholder tidsskriftet **„Meddelelser fra Det Norske Myrselskap"**, som utkommer 6 gange aarlig, gratis tilsendt. Aarspenge 2 kr., livsvarig bidrag 30 kr. Prøvenummer av tidsskriftet sendes paa forlangende.

Dansk Kennelklub.

Aarskontingent 12 Kr. med Organ *Tidsskriftet Hunden* frit tilsendt.

Tidsskriftet Hunden.

Abonnem. alene 6 Kr. aarl.; Kundgjørelser opt. til billig Takst. Prøvehefte frit.

Dansk Hundestambog. Aarlig Udstilling.

Stormgade 25. Aaben fra 10—2. Tlf. Byen 3475. København B.

Dansk ornithologisk Forenings Tidsskrift,

redigeret af Overlæge O. Helms, Nakkebøllefjord pr. Pejrup, udkommer aarligt med 4 illustrerede Hefter. Abonnementspris 5 Kr. Prøvehefte gratis.

1905-fondet for landbruksforskning i Norge.

Det bekjendtgjøres herved, at fristen for indlevering av besvarelse av de to i 1918 av fondets styre opstillede prisopgaver er forlænget til 1ste mars 1921. Belønningen er sat til kr. 1000 for hver opgave.

Som nye prisopgaver, med en belønning for hver av dem paa kr. 2000 er opstillet:

1. „Hvilke faktorer øver indflytelse paa kornvarernes kvalitet og hvorledes kan denne bedømmes i den praktiske kornomsætning? Spørsmaalet bør belyses ved egne undersøkelser". Indleveringsfrist 1ste mars 1922.

2. „Der ønskes en fyldestgjørende undersøkelse som ved egne analyser belyser spørsmaalet om, hvormeget nyttig plantenæring der aarligen bortføres til havet gjennem et av vore større vasdrag". Indleveringsfrist 1ste mars 1923.

Av hovedfondets midler vil i 1920 bli anvendt indtil kr. 2000 til understøttelse av landbruksvidenskapelige arbeider, forsøk m. v. Av Kr. Kolkinns legat vil kunne erholdes indtil kr. 1500 til understøttelse av videnskapelig forskning av melken, dens kemi m. m.

Utførligere bekjendtgjørelse se: „Norsk Kunngjørelsestidende" nr. 72 for den 8de mars d. a. Nærmere oplysninger ved henvendelse til professor Myhrwold, f. t. styrets formand, Landbrukshøiskolen. (H. O. 4840).

505.481

Naturen. (Bergens museu

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01367 4031